



TUGAS AKHIR - MO91336

EVALUASI KETERLAMBATAN PADA PROYEK PEMBANGUNAN *JACKET STRUCTURE* “MADURA BD” PT PAL INDONESIA

RANGGA FITRI SURYANDONO
NRP. 04311040000013

Dosen Pembimbing:

Prof. Ir. Daniel M Rosyid, P.Hd
Dr. Yeyes Mulyadi, ST, MSc

DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018



FINAL PROJECT - MO141326

**EVALUATION OF DELAY IN CONSTRUCTION PROJECT OF
JACKET STRUCTURE “MADURA BD” PT.PAL INDONESIA**

RANGGA FITRI SURYANDONO
NRP. 04311040000013

Supervisor:

Prof. Ir. Daniel M Rosyid, P.Hd

Dr. Yeyes Mulyadi, ST, MSc

DEPARTMENT OF OCEAN ENGINEERING
Faculty of Marine Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya
2018

**EVALUASI KETERLAMBATAN PADA PROYEK PEMBANGUNAN JACKET
STRUCTURE "MADURA BD" PT PAL INDONESIA**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

Rangga Fitri Suryandono NRP. 04311040000013

Disetujui Oleh

1. Prof. Ir. Daniel M Rosyid, P.h.D. (Pembimbing 1)

2. Dr. Yeyes Mulyadi, ST, MSc (pembimbing 2)

3. Dr. Eng. Rudi Walujo Prastianto, ST ,MT (Penguji 1)

4. Yoyok Setyo Hadiwidodo, ST, MT, Ph.D (Penguji 2)

Surabaya Juli 2018

EVALUASI KETERLAMBATAN PADA PROYEK PEMBANGUNAN JACKET STRUCTURE “MADURA BD” PT.PAL INDONESIA

Nama : Rangga Fitri Suryandono
NRP : 04311040000013
Departemen : Teknik Kelautan FTK-ITS
Dosen Pembimbing : Prof. Daniel M. Rosyid, Ph.D
: Dr. Yeyes Mulyadi, ST, MSc

ABSTRAK

Dalam proses pembangunan *jacket structure* terkadang tidak sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan. Banyak faktor yang mempengaruhi diantaranya, waktu atau penjadwalan, peralatan, material yang dibutuhkan, sumber daya manusia serta biaya. Maka untuk menganalisis begitu banyak faktor yang melatar belakangi keterlambatan suatu proyek dibutuhkan sebuah metode pendekatan yang sistematis. Pada Tugas Akhir ini untuk mengevaluasi faktor keterlambatan pada proyek EPCC *jacket structure* Madura BD di PT.PAL Indonesia digunakan metode FTA (*fault tree analysis*). Setelah mengetahui faktor keterlambatan menggunakan FTA, selanjutnya adalah mencari kombinasi dari faktor-faktor keterlambatan tersebut dengan *Minimal Cut Set*. Berdasarkan data-data yang diperoleh dari PT.PAL Indonesiadari proyek EPCC Madura BD diketahui bahwa 3 faktor utama penyebab keterlambatan adalah Proses Procurement Lama, Jadwal Perakitan Struktur Mundur, dan Manajemen Buruk. Sedangkan probabilitas dari masing-masing kejadian secara berurutan adalah 0.156, 0.043, dan 0.12. Jadi total peluang kejadian puncak untuk *Top Event* “Perakitan Jacket Struktur Madura BD Terlambat” adalah 0.383

Kata Kunci : Evaluasi Keterlambatan Proyek, *Fault Tree Analysis*, *Jacket Structure*, *Minimal Cut Set*, PT PAL INDONESIA

EVALUATION OF DELAY IN CONSTRUCTION PROJECT OF JACKET STRUCTURE “MADURA BD” PT.PAL INDONESIA

Name : Rangga Fitri Suryandono
Id. Number : 04311040000013
Departement : Ocean engineering
Supervisor : Prof. Daniel M. Rosyid, Ph.D
Dr. Yeyes Mulyadi, ST, MSc

ABSTRACT

Construction process of the jacket structure sometimes is not in accordance with a predetermined schedule. Many factors that affect them, time or scheduling, equipment, materials required, and cost of human resources. Then to analyze so many background factors delay a project requires a systematic approach. In this final project to evaluate the delay factor at EPCC projects of Madura BD jacket structure in PT.PAL Indonesia used FTA (Fault Tree Analysis) method. After knowing the delay factor using FTA, the next is to find a combination of factors delays with Minimal Cut Sets. Based on the data PT.PAL Indonesia obtained from EPCC projects Madura BD is known that 3 main factors causing the delay is the Old Procurement Process, Structure Backward Assembly Schedule, and Bad Management. While the probability of occurrence of each sequence is 0.156, 0.043, and 0.12. So the total peak incidence opportunities for the Top Event "Jacket Assembly Structure Madura BD Late" is 0.383

Keywords : Project Delay Evaluation, Fault Tree Analysis, Minimal Cut Set, Jacket Structure, PT PAL INDONESIA

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan YME yang telah memberikan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan lancar sesuai prosedur yang ditetapkan. Laporan penelitian tugas akhir ini berjudul

“EVALUASI KETERLAMBATAN PEMBANGUNAN PROYEK JACKET STRUCTURE MADURA BD PT PAL INDONESIA ”

Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Studi Kesarjanaan (S-1) di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan (FTK), Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS). Tugas akhir ini membahas mengenai analisa keterlambatan proyek konstruksi Struktur jacket dengan metode Fault tree analysis dimana nantinya diharapkan juga dapat membantu perusahaan tempat mengambil sumber data Tugas Akhir ini untuk menentukan langkah-langkah mitigasi dan juga sebagai sarana pembelajaran yang baik di jurusan Teknik Kelautan ITS Surabaya.

Penulis menyadari bahwa di dalam penyelesaian karya tulis ini terdapat kekurangan, maka diharapkan kritik dan saran yang membangun. Akhir kata, tidak ada sesuatupun yang sempurna di dunia ini, karena kesempurnaan hanyalah milik Tuhan YME

Surabaya, Juli 2018

Rangga Fitri Suryandono

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, penulis menyadari tidak dapat menyelesaikannya tanpa bantuan dari pihak lain. Bantuan tersebut berupa dorongan moral maupun material, baik secara langsung maupun tidak langsung. Adapun pihak-pihak yang selama ini telah membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini adalah:

1. Kepada kedua orang tua penulis, untuk do'a, kasih sayang, perhatian, dukungan serta kesabaran yang selama ini telah diberikan kepada penulis.
2. Kepada Bapak Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D, dan Bapak Dr. Yeyes Mulyadi, ST, MSc atas bimbingan serta ilmu yang telah dibagikan kepada penulis, sehingga menambah pengetahuan serta wawasan penulis.
3. Bapak Nur Budiono serta seluruh staff Divisi General Engineering PT. PAL Indonesia, yang telah membantu penulis dengan memberikan data, pengisian kuesioner, serta konsultasi objek Tugas Akhir penulis.
4. Bapak Yoyok Setyo Hadiwidodo, ST, MT, Ph.D selaku dosen wali, yang selama ini telah memberikan motivasi serta pengarahan kepada penulis selama masa perkuliahan di Departemen Teknik Kelautan FTK-ITS.
5. Para Bapak dosen di Departemen Teknik Kelautan FTK-ITS, yang tidak bisa disebutkan satu per satu, terima kasih penulis ucapkan atas ilmu dan kesabaran untuk mendidik penulis selama ini.
6. Reza Kurniawan yang selalu membantu dan memberikan dorongan serta semangat kepada penulis, agar mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini hingga memperoleh gelar Sarjana.
7. Teman-teman bimbingan Tugas Akhir manajemen, Robby dan Singgih, yang bersama penulis melewati suka duka bersama, dan berbagi pengalaman dan ilmu.

9. Keluarga Teknik Kelautan 2010, terima kasih atas dukungan, motivasi, dan bantuannya, selama penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini maupun kebersamaannya.

Penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak diatas, maupun pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis tulis satu per satu. Tanpa bantuan pihak-pihak tersebut penulis tidak akan mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis menyadari masih banyak kekurangan di dalam diri penulis, sehingga penulis juga memohon maaf jika terdapat kesalahan yang selama ini penulis lakukan baik disengaja maupun tidak disengaja.

Rangga Fitri Suryandono

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Gambaran Umum <i>Jacket Structure</i>	7
2.1.1 Pembangunan Kontruksi <i>Jacket</i>	8
2.1.2 Alur Produksi untuk Pembangunan <i>Jacket Structure</i>	9
2.1.3 Alur produksi untuk pembangunan <i>Jacket Structure</i>	10
2.2 Proyek dan Manajemen Proyek	14
2.2.1 Definisi Proyek	15
2.2.2 Definisi Manajemen Proyek	16
2.3 Keterlambatan Proyek	17
2.3.1 Penyebab Keterlambatan Proyek	17

2.4 <i>Fault Tree Analysis</i> -----	29
2.5.1 Simbol – Simbol <i>Fault Tree Analysis</i> .-----	32
2.5.2 Langkah – Langkah pekerjaan <i>Fault Tree Analysis</i> -----	33
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN-----	39
3.2 Prosedur Penelitian-----	40
BAB 4 ANALISI DAN PEMBAHASAN -----	43
4.1 Pengumpulan Data -----	43
4.2 Pengolahan Data-----	46
4.2.1 Faktor Penyebab keterlambatan Menggunakan FTA -----	46
4.2.2 Minimal Cut set -----	54
BAB 5 PENUTUP-----	63
5.1 Kesimpulan -----	63
5.2 Saran -----	63
DAFTAR PUSTAKA -----	65
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Jacket Structure PT PAL INDONESIA.....	1
Gambar 1.2 <i>Drawing Jacket</i> “Madura BD”	2
Gambar 2.1 <i>Material Storage</i>	10
Gambar 2.2 Material Yang Telah Terpotong	11
Gambar 2.3 <i>Temporary Support</i>	11
Gambar 2.4 Proses <i>Assembly Jacket Leg</i>	12
Gambar 2.5 Ereksi Diagonal dan Horisontal <i>Bracing</i>	13
Gambar 2.6 Ereksi Panel Horisontal	13
Gambar 2.7 Ereksi <i>jacket</i>	14
Gambar 2.8 Konsep <i>Fault Tree Analysis</i>	31
Gambar 2.9 Langkah Pembuatan <i>Fault Tree Analysis</i>	33
Gambar 2.10 Konversi FTA ke RBD.....	37
Gambar 2.11 Sistem seri.....	37
Gambar 2.12 Sistem Pararel.....	38
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	39
Gambar 4.1 <i>Load Out Jacket</i> ‘MADURA BD’	43
Gambar 4.2 FTA <i>Top Event</i>	47
Gambar 4.3 FTA: Proses Procurement lama.....	47
Gambar 4.4 FTA: Finalisasi Desain Tak Tentu	48
Gambar 4.5 FTA: Terhambat Pada Proses Tender	49
Gambar 4.6 FTA: Jadwal Perakitan Struktur Mundur	49
Gambar 4.7 FTA: Pekerja Terbatas	50
Gambar 4.8 FTA: Pemasangan Material Terganggu	51
Gambar 4.9 FTA: Proses QA/QC Lama	52
Gambar 4.10 FTA: Terhambat Kondisi Lingkungan	53
Gambar 4.11 FTA: Ketersediaan Material Menipis	54
Gambar 4.12 FTA: Manajemen Buruk	55
Gambar 4.13 FTA: Manajemen Kontrol Buruk	56
Gambar 4.14 FTA Komunikasi Dan Koordinasi Yang Buruk.....	57
Gambar 4.15 Grafik Perbandingan Probabilitas.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terlebih dahulu.....	19
Tabel 2.2 Simbol-simbol <i>fault tree</i>	32
Tabel 4.1 Aktivitas Utama	44
Tabel 4.2 Aktivitas Fabrikasi dan Konstruksi	44
Tabel 4.3 Daftar <i>Basic Event</i>	46
Tabel 4.4 <i>Frequency Index</i>	58
Tabel 4.5 Probabilitas <i>Basic Event</i>	58
Tabel 4.6 <i>Minimal Cut Set</i> Proses Procurement Lama	59
Tabel 4.7 <i>Minimal Cut Set</i> Jadwal Perakitan Struktur Mundur	60
Tabel 4.8 <i>Minimal Cut Set</i> Manajemen Buruk.....	60

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	Kuesioner Pengukuran Probabilitas
LAMPIRAN B	Data Responden dan Data Hasil Kuesioner
LAMPIRAN C	Hasil Analisis FTA dan Minimal Cut Set Menggunakan Software TOP EVENT FTA 2017

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang masalah

Aktivitas industri lepas pantai (offshore) pertama muncul di tahun 1947 hingga sekarang ini banyak bergerak dibidang eksplorasi dan eksploitasi ladang minyak/gas di lepas pantai. Ditahun 1947 untuk pertama kalinya anjungan lepas pantai struktur baja terpancang dengan berat 1200 ton yang diinstalasikan di Teluk Mexico pada kedalaman laut 20 feet (6 m).

Jenis struktur lepas pantai yang digunakan sekarang ini sangat banyak, namun sebagian besar struktur lepas pantai yang ada pada saat ini digunakan untuk eksplorasi dan eksploitasi minyak bumi dan gas alam. Di Indonesia, jenis struktur lepas pantai didominasi oleh tipe jacket Platform.

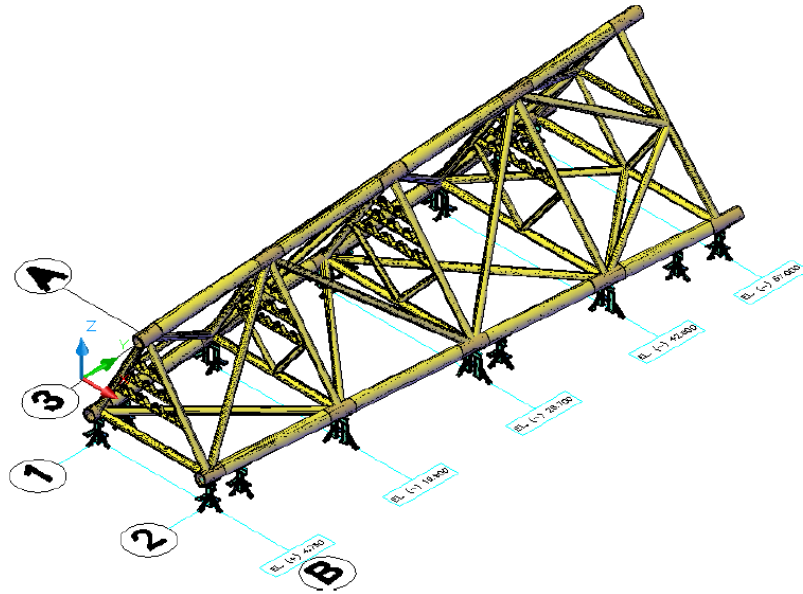


Gambar 1.1 *Jacket Structure* di PT PAL INDONESIA

Jacket merupakan suatu struktur yang digunakan bangunan lepas pantai, jacket berfungsi untuk melindungi pile agar tetap pada posisinya, menyokong deck dan melindungi konduktor serta menyokong sub struktur lainnya.

Keberadaan bangunan atau anjungan lepas pantai tersebut tentu tidak dapat dipisahkan dari proses fabrikasi. Fabrikasi adalah awal dari proses eksplorasi dan eksploitasi minyak bumi dan gas, oleh sebab itu dalam proyek pembangunan jacket diharapkan menghasilkan produk yang baik dan kinerja yang memuaskan sehingga

saat digunakan nantinya dapat melakukan proses eksplorasi dan eksploitasi dengan baik. Dalam suatu proyek pembuatan jacket, kegiatan yang dilakukan sangat kompleks. Hal ini tentu memerlukan suatu manajemen yang baik sehingga pada akhirnya proyek dapat berjalan sesuai rencana.



Gambar 1.2 Drawing Jacket “Madura BD” (PT.PAL Indonesia, 2014)

Kegiatan suatu proyek pembangunan yaitu satu kegiatan yang sedang berlangsung dalam jangka waktu yang tak terbatas. Sedangkan perencanaan suatu proyek yaitu pemberian pegangan bagi pelaksana mengenai alokasi sumber daya untuk melaksanakan dan memastikan penggunaan sumber daya secara efektif dan efisien. (Abrar, 2009)

Dalam proses pembangunan jacket structure terkadang tidak sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan. Sering kali banyak faktor yang mempengaruhi diantaranya, waktu atau penjadwalan, peralatan, material yang dibutuhkan, sumber daya manusia atau jam pekerja (manhours) dan biaya (Clifford et al, 2007). Menurut Sitorus (2008) berdasarkan hasil wawancara dengan beberapa pelaku EPC (Engineering Procurement Construction) di Indonesia, yaitu di 5 perusahaan EPC di Indonesia sepanjang tahun 2002-2007 terdapat 20 proyek EPC gas, yang terlambat diselesaikan adalah 5 proyek.

Dalam suatu proyek ada banyak tujuan yang direncanakan dari awal sebagai sasaran dilakukannya proyek. Ketepatan waktu penyelesaian proyek merupakan salah satu sasaran yang akan dituju, masalah akan timbul jika terjadi keterlambatan proyek yang menyebabkan kerugian baik pihak owner maupun galangan.

Berdasarkan masalah tersebut, maka dibutuhkan adanya sistem yang memudahkan dalam melakukan analisa keterlambatan proyek pembangunan *jacket*. Untuk dapat mengetahui penyebab keterlambatan pembangunan *jacket* serta mengambil keputusan yang tepat dalam menangani keterlambatan proyek. Dalam penelitian kali ini

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang menjadi bahan kajian dalam Tugas akhir ini :

1. Penyebab apa saja yang mempengaruhi keterlambatan proyek pembangunan *jacket* Madura BD PT PAL INDONESIA ?
2. Bagaimana kombinasi faktor-faktor penyebab keterlambatan dengan menggunakan Minimal Cut Set?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui faktor yang menjadi penyebab keterlambatan pada proyek pembangunan *jacket* structure menggunakan metode Fault Tree Analysis.
2. Untuk mengetahui kombinasi faktor-faktor penyebab keterlambatan dengan menggunakan Minimal Cut Set.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah diharapkan:

1. Dapat mengetahui faktor penyebab keterlambatan pada proyek pembangunan *jacket* structure menggunakan metode Fault Tree Analysis.
2. Dapat mengetahui kombinasi faktor-faktor penyebab keterlambatan dengan menggunakan Minimal Cut Set

1.5 Batasan Masalah

Untuk memperjelas permasalahan tugas akhir ini, maka perlu adanya ruang lingkup pengujian atau asumsi-asumsi sebagai berikut :

1. Proyek ini dilakukan pada pembangunan *jacket structure* “Madura BD” *Wellhead Platforms* di PT PAL Indonesia, dan hanya pada proses fabrikasi *jacket structure* saja.
2. Mencari faktor-faktor penyebab keterlambatan proyek pada pembangunan *jacket structure*.
3. Metode untuk mencari faktor keterlambatan proyek adalah FTA (*Fault Tree Analysis*).
4. Data-data yang akan digunakan hanya data dari hasil survey lapangan, wawancara dan dokumen proyek dari pembangunan *jacket structure* ‘Madura BD’ *Wellhead Platforms* di PT PAL Indonesia.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan merupakan rincian laporan tugas akhir, secara ringkas menjelaskan bagian – bagian pada penelitian yang dilakukan. Berikut sistematika penulisan pada laporan Tugas Akhir ini:

Bab I berisi landasan latar belakang diadakannya penelitian, permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian, ruang lingkup atau batasan penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian serta sistematika penulisan laporan tugas akhir.

Bab II akan dijelaskan mengenai teori dan studi literatur yang membantu penulis untuk memperkuat pemahaman serta menentukan metode yang sesuai dengan permasalahan yang dihadapi. Studi literatur yang digunakan terdiri dari terminologi yang berhubungan dengan keterlambatan proyek, metode Fault Tree Analysis FTA.

Bab III berisi metodologi penelitian yang terdiri dari tahapan-tahapan proses penelitian atau urutan langkah yang harus dilakukan oleh penulis dalam menjalankan penelitian agar dapat berjalan sistematis, terstruktur dan terarah.

Bab IV akan membahas mengenai hasil pengolahan data yang dilakukan. Hasil yang di dapat kemudian diuraikan secara detail dan sistematis sehingga dapat diperoleh sebuah jawaban dari permasalahan yang dirumuskan, dan menjadi dasar untuk menarik sebuah kesimpulan.

Bab V menjelaskan kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan hingga dapat menjawab permasalahan yang ada. Saran dan rekomendasi diberikan untuk dapat memperbaiki serta peluang untuk penelitian selanjutnya.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Gambaran umum *Jacket Structure*

Jenis struktur lepas pantai yang digunakan sekarang ini sangat banyak, namun sebagian besar struktur lepas pantai yang ada pada saat ini digunakan untuk eksplorasi dan eksploitasi minyak bumi dan gas alam. Di Indonesia, jenis struktur lepas pantai didominasi oleh tipe jacket platform. Sebagai contoh struktur anjungan lepas pantai terpancang ialah jacket steel platform, gravity platform, monopod, triangle. dll. Struktur anjungan terpancang sebagian besar digunakan sebagai fasilitas produksi/pengolahan minyak/gas maupun sebagai fasilitas anjungan pendukung produksi (supporting structure)

Menurut Soegiono (2004), Jacket atau template adalah konstruksi substruktur baja yang terbuat dari pipa-pipa yang berfungsi sebagai template untuk pilling, berdiri dari dasar laut sampai menjulang di atas permukaan laut. Bagian ini merupakan bagian yang tercelup didalam air yang berfungsi sebagai selubung untuk guidance pile dan penahan gaya lateral guna kestabilan konstruksi. Di samping itu juga merupakan penyangga bagi beberapa peralatan seperti riser, caissons, boat landing, dan lain-lain.

Jacket merupakan konstruksi welded tubular joint yang menjadi kaki-kaki dari platform dan berfungsi sebagai bagian utama (primer member) dari struktur tersebut. Jacket mempunyai 3-16 kaki yang tergantung pada besar kecilnya platform. Antara kaki yang satu dengan yang lainnya dihubungkan oleh diagonal bracing ataupun horizontal bracing yang berfungsi sebagai secondary member. Hubungan antara kaki-kaki jacket dengan tubular bracing bisa berupa T joint, K joint dan X joint. Konstruksi Jacket dipancang ke dasar laut dengan tiang pancang (pile foundation) terbuat dari pipa baja yang dipasang ke dalam tubular jacket, menembus seabed sampai kedalaman penetrasi yang diperlukan. Pile ini menunjang vertical load, side load, momen puntir karena angin, gelombang, arus dan gempa bumi. *Deck atau Upper structure*

2.1.1 Pembangunan Konstruksi *Jacket*

Menurut Soegiono (2004), Tahapan pengerjaan struktur jacket secara umum menurut urutannya adalah sebagai berikut:

1. *Detailed design*

Berdasarkan desain umur yang telah dibuat perencanaan, kemudian fabrikator membuat detailed design yang meliputi: pembuatan gambar-gambar detail konstruksi, pembuatan gambar-gambar kerja untuk digunakan di bengkel perencanaan kebutuhan material yang digunakan

2. Pemeriksaan Material

Material yang tiba langsung di periksa oleh QC (*Quality Control*) departement yang meliputi pemeriksaan secara visual, plate number, dan mill certificate sesuai dengan spesifikasinya.

3. Prefabrikasi

Pekerjaan yang dilakukan meliputi sand blasting atau shot blasting dan primer (mist) coating terhadap material yang sudah siap dipakai. Sandblasting atau shot blasting adalah proses pembersihan permukaan material dari karat atau kotoran yang menempel pada permukaan material. Sedang mill coast adalah pemberian lapisan tipis di permukaan material yang sudah di-shot blasting untuk mencegah karat.

4. Pemotongan sesuai profil

Berdasarkan gambar kerja yang telah dibuat

5. Fabrikasi

Proses fabrikasi yang dilakukan diantaranya adalah:

- *Fit up and assembly* yaitu penyetulan dan perakitan bagian-bagian konstruksi menjadi suatu bentuk konstruksi yang lebih lengkap. Penyetelan dilakukan dengan las ikat (*tack welding*) agar apabila masih terdapat kesalahan dapat dengan mudah diperbaiki. Setelah penyetulan selesai kemudian di adakan pemeriksaan oleh QC, baik terhadap ukuran-ukurannya maupun lokasi elemen-elemen yang di-fit up.
- *Weld out* adalah pengelasan yang dilakukan secara menyeluruh terhadap suatu konstruksi yang sudah di-assembly sesuai dengan perencanaan. Setelah pengelasan selesai hasil pengelasan di tes secara

NDT (Non Destructive Test). Apabila hasil pengujian masih ditemukan cacat harus dilakukan perbaikan pengelasan.

- *Sweep blast* dan primer pada seluruh permukaan konstruksi yang akan dicat, dengan maksud untuk menghilangkan *mist coat* dan membersihkan permukaan. Selanjutnya adalah pengecatan pertama (primer) pada konstruksi yang telah di-*assembly* (rakit) sesuai spesifikasi.
- *Intermediate coat* merupakan kegiatan pengecatan konstruksi untuk lapisan yang kedua. Hasilnya juga diperiksa QC departement.

6. Ereksi

Ereksi merupakan proses penyambungan seksi-seksi yang telah dibuat sebelumnya. Proses ereksi ini dilakukan di yard. Pada waktu permulaan erection, bagian terbawah struktur sudah didudukkan di atas *skidshoe*, sehingga apabila semua struktur tersebut telah selesai dibangun maka dengan mudah dapat diluncurkan ke *jetty*. Pada tahap ini dilakukan secara *tack weld*.

7. Clean up dan spot blast

Proses ini merupakan pembersihan semua permukaan sebelum pengecatan

8. Top coat

Top coat adalah pengecatan akhir seluruh konstruksi sesuai dengan warna yang direncanakan

2.1.2 Alur produksi untuk pembagunan *jacket structure*

Menurut Soegiono (2004) Pada dasarnya pembangunan *jacket structure* memiliki alur produksi yang hampir sama dengan pembangunan kapal, berikut adalah alur produksi dari pembangunan *jacket structure* :

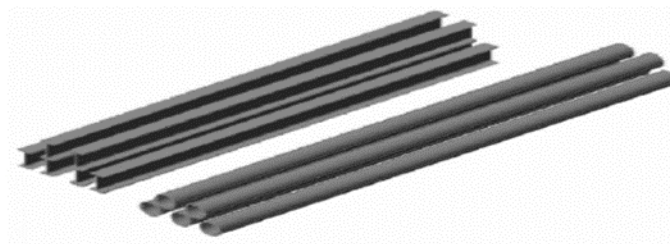
1. *Material storage*, merupakan tempat penyimpanan material baja yang sudah dipesan
2. Bengkel fabrikasi

3. *Fabrication section-section*
4. Bengkel perakitan setiap *section* pipa dan *caisson*
5. *Erection section-section* yang sudah di-assembly sampai terbentuk modul atau blok-blok
6. *Finalizing*, pengecekan dimensi akhir, *spot blasting*, painting dan coating persiapan loadout ke barge.
7. Siap *loadout*

2.1.3 Alur produksi untuk pembangunan Jacket Structure di PT PAL INDONESIA

1. *Material Storage*

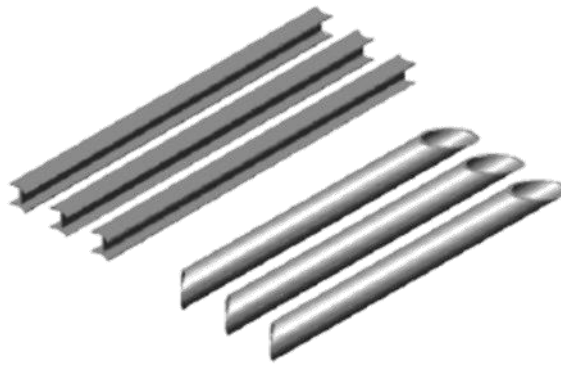
Merupakan tahap dimana mempersiapkan dan mengecek semua kebutuhan material apakah sudah tersedia atau belum. Jika terdapat material yang belum tersedia segera dilakukan pengadaan barang. Umumnya kebutuhan material hanya disediakan untuk sekali proyek saja.



Gambar 2.1 Material Storage (PT.PAL Indonesia)

2. Prefabrication

Pada tahapan ini material yang sudah ada di gudang persediaan dipotong dan dibentuk sesuai dengan gambar engineering (marking, cutting, and profile).



Gambar 2.2 Material Yang Telah Terpotong (PT.PAL Indonesia)

3. *Fabrication Section-section*

Pada tahap ini dilakukan beberapa pekerjaan perakitan di beberapa section diantaranya adalah:

- Fabrikasi *temporary support*

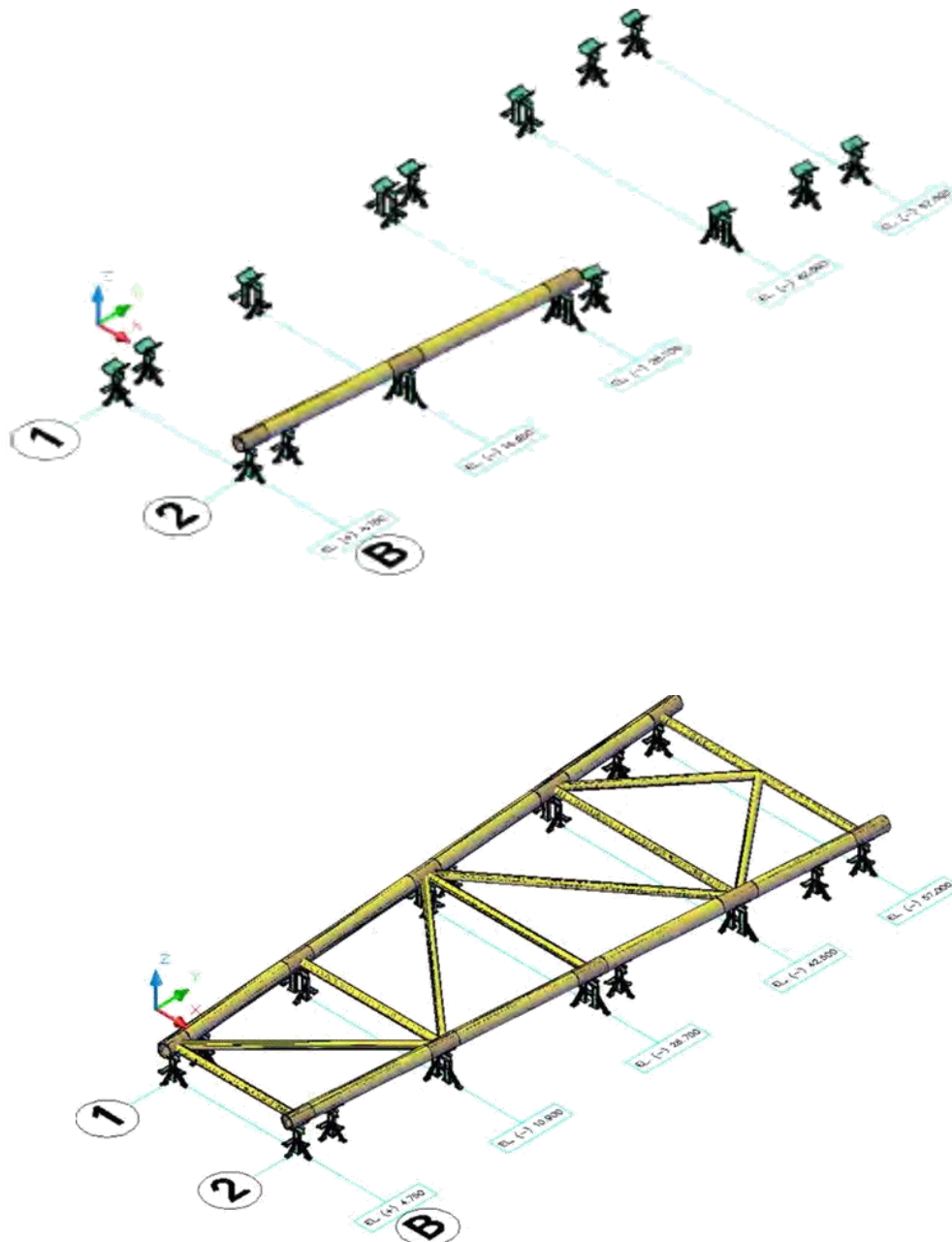


Gambar 2.3 *Temporary Support* (PT.PAL Indonesia)

- Fabrikasi jacket leg
- Fabrikasi Horizontal Panel
- Fabrikasi Mudmat

4. *Jacket Assembly*

Tahap dimana menyambungkan bagian-bagian yang telah bentuk pada tahap sebelumnya

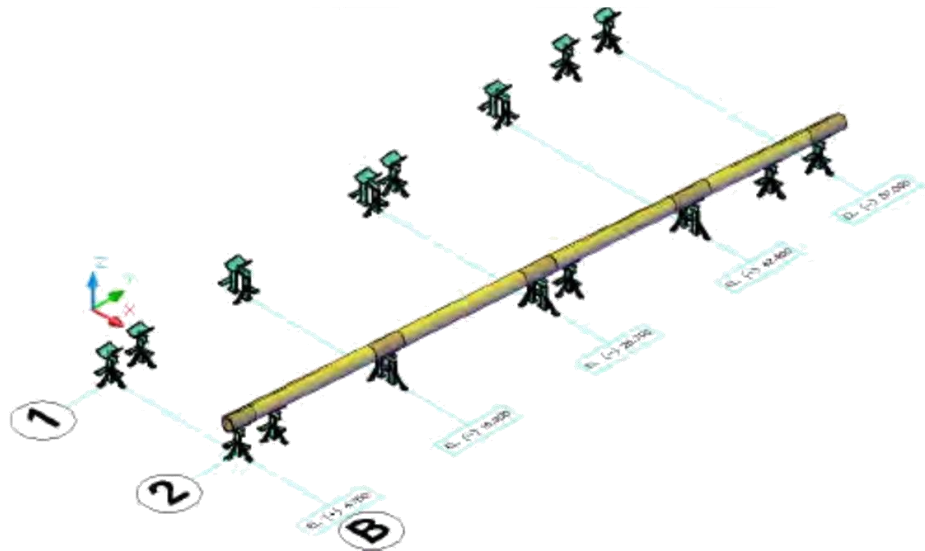


Gambar 2.4 Proses *Assembly Jacket Leg* (PT.PAL Indonesia)

5. *Erection*

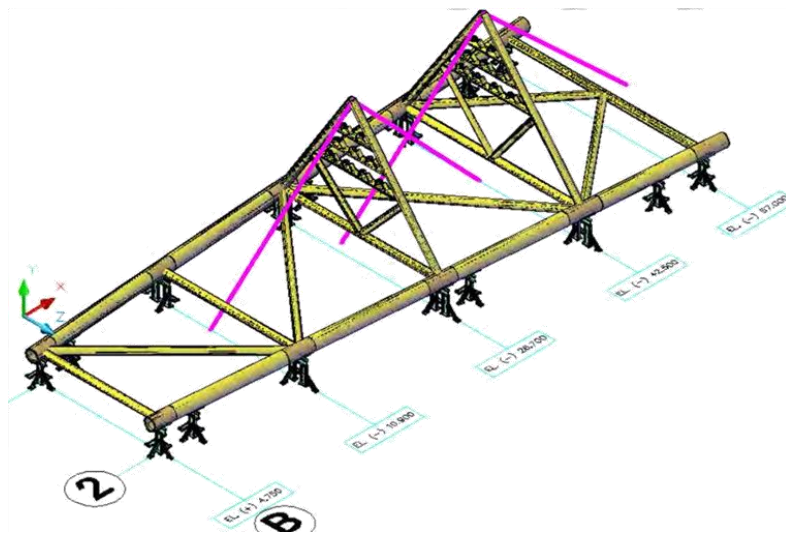
Tahap dimana menyambungkan semua bagian-bagian yang telah dirakit sebelumnya. Diantaranya adalah:

- Ereksi diagonal dan horisontal *bracing*



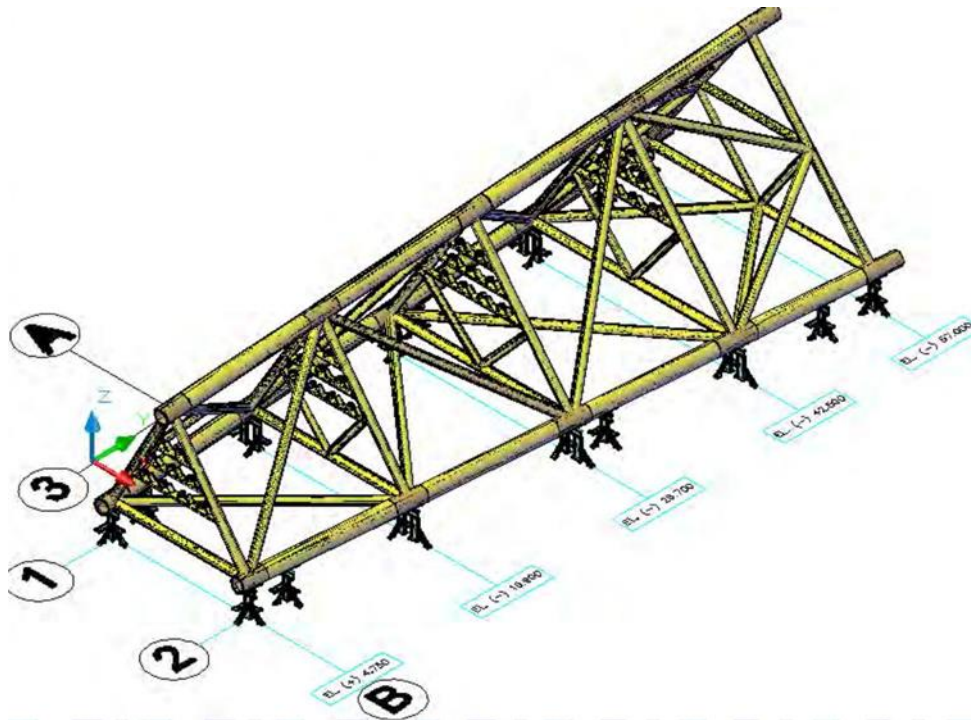
Gambar 2.5 Ereksi Diagonal dan Horizontal *Bracing* (PT.PAL Indonesia)

- Ereksi Panel Horizontal



Gambar 2.6 Ereksi Panel Horizontal (PT.PAL Indonesia)

- Ereksi 3 Kaki jacket dan Pemasangan Seluruh Bagian Bagian-bagian yang diereksi setelah tiga kaki jacket telah terereksi adalah *riser clamp*, *boatlanding*, *riser guard*, *trunnion*, *lifting padeyes*, *grating*, *shipping support*, dan *seafastening*



Gambar 2.7 Ereksi *jacket* (PT.PAL Indonesia)

6. Blasting dan Painting serta persiapan Loudout

Coating pada jacket structure, painting untuk boatlanding dan painting untuk *guardian sleeve* (pada bagian anode area dan splash zone), serta reblasting & spray guard pada conductor clamp kemudian cek ketebalan cat.

7. Pengiriman

Setelah barang siap dan telah dicek, selanjutnya adalah mengirim barang kepada pemilik sesuai dengan perjanjian kontrak yang telah disepakati.

2.2 Proyek Dan Manajemen Proyek

Manajemen proyek dapat didefinisikan sebagai suatu proses dari perencanaan, pengaturan, kepemimpinan, dan pengendalian dari suatu proyek oleh para anggotanya dengan memanfaatkan sumber daya seoptimal mungkin untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan. Fungsi dasar manajemen proyek terdiri dari pengelolaan-pengelolaan lingkup kerja, waktu, biaya, dan mutu. Pengelolaan aspek-aspek tersebut dengan benar merupakan kunci keberhasilan dalam penyelenggaraan suatu proyek. (Chairil Nizar, 2011)

Dengan adanya manajemen proyek maka akan terlihat batasan mengenai tugas, wewenang, dan tanggung jawab dari pihak-pihak yang terlibat dalam proyek baik langsung maupun tidak langsung, sehingga tidak akan terjadi adanya tugas dan tanggung jawab yang dilakukan secara bersamaan (*overlapping*).

Apabila fungsi-fungsi manajemen proyek dapat direalisasikan dengan jelas dan terstruktur, maka tujuan akhir dari sebuah proyek akan mudah terwujud, yaitu

- Tepat Waktu
- Tepat Kuantitas
- Tepat Kualitas
- Tepat Biaya sesuai dengan biaya rencana
- Tidak adanya gejolak sosial dengan masyarakat sekitar
- Tercapainya K3 dengan baik

Pelaksanaan proyek memerlukan koordinasi dan kerjasama antar organisasi secara solid dan terstruktur. Dan hal inilah yang menjadi kunci pokok agar tujuan akhir proyek dapat selesai sesuai dengan schedule yang telah direncanakan

2.2.1 Definisi Proyek

Proyek didefinisikan sebuah rangkaian aktifitas unik yang saling terkait untuk mencapai suatu hasil tertentu dan dilakukan dalam periode waktu tertentu pula (Santosa, 2009). Sedangkan menurut *PMBOK Guide* (2004), sebuah proyek memiliki beberapa karakteristik penting yang terkandung di dalamnya, karakteristik tersebut diantaranya adalah:

- Temporary atau sementara yang merupakan setiap proyek memiliki jadwal yang jelas kapan dimulai kapan diselesaikan. Sebuah proyek berakhir jika tujuannya telah tercapai atau kebutuhan terhadap proyek itu tidak ada lagi sehingga proyek tersebut diberhentikan.
- Unik yang artinya bahwa setiap proyek menghasilkan suatu produk, solusi, service atau output tertentu yang berbeda satu sama lainnya.
- Progressive elaboration merupakan karakteristik dari proyek yang memiliki hubungan dengan dua konsep sebelumnya yaitu sementara

dan unik. Setiap proyek terdiri dari langkah-langkah yang terus berkembang dan berlanjut sampai proyek selesai.

Karakteristik-karakteristik tersebut diatas yang membedakan aktifitas suatu proyek terhadap aktifitas rutin operasional. Aktifitas operasional cenderung bersifat terus-menerus dan berulang-ulang, sementara aktifitas proyek bersifat sementara dan unik. Dari segi tujuannya, aktifitas proyek akan berhenti ketika tujuannya telah tercapai. Sementara aktifitas operasional akan terus menyesuaikan tujuannya agar pekerjaan tetap berjalan (Santoso, 2009).

2.2.2 Definisi Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah aplikasi pengetahuan (*knowledges*), keterampilan (*skills*), alat (*tools*) dan teknis (*techniques*) dalam aktifitas- aktifitas proyek untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan proyek (PMBOK, 2004). Manajemen proyek dilaksanakan melalui aplikasi dan integrasi tahapan proses proyek manajemen yaitu *initiating, planning, executing, monitoring*, dan *controlling* serta akhirnya *closing* keseluruhan proses proyek tersebut. Dalam pelaksanaanya, setiap proyek selalu dibatasi oleh kendala-kendala yang sifatnya saling mempengaruhi dan biasa disebut sebagai segitiga *project constraint* yaitu lingkupn pekerjaan (*scope*), waktu dan biaya. Dimana keseimbangan ketiga konstrain tersebut akan menentukan kualitas suatu proyek. Perubahan salah satu atau lebih faktor tersebut akan mempengaruhi setidaknya satu faktor lainnya (PMBOK, 2004).

Sedangkan menurut Husen (2009), Manajemen proyek adalah penerapan ilmu pengetahuan, keahlian dan keterampilan, cara teknis yang terbaik dan dengan sumber daya yang terbatas, untuk mencapai sasaran dan yang telah ditentukan agar mendapatkan hasil yang optimal dalam hal kinerja biaya, mutu dan waktu, serta keselamatan kerja.

2.3 Keterlambatan Proyek

Menurut Alifen et al. (2000), Keterlambatan proyek sering kali menjadi sumber perselisihan dan tuntutan antara pemilik proyek dan kontraktor, sehingga akan menjadi sangat mahal nilainya baik ditinjau dari segi pemilik maupun dari segi kontraktor. Dari segi kontraktor, kontraktor akan terkena denda penalti sesuai dengan kontrak, disamping itu kontraktor juga akan mengalami tambahan biaya *overhead* selama proyek masih berlangsung. Sedangkan, dari segi pemilik proyek keterlambatan proyek akan membawa dampak pengurangan pemasukan karena penundaan pengoperasian fasilitasnya.

Menurut Proboyo (1999), keterlambatan pelaksanaan proyek pada umumnya selalu menimbulkan akibat yang merugikan baik bagi pemilik proyek maupun bagi kontraktor, karena dampak keterlambatan adalah konflik dan perdebatan tentang apa dan siapa yang menjadi penyebab, juga tuntutan waktu dan biaya tambah.

2.3.1 Penyebab Keterlambatan Proyek

Menurut Budisuanda (2011) proyek sering mengalami keterlambatan. Bahkan bisa dikatakan hampir 80% proyek mengalami keterlambatan. Jeleknya, keterlambatan proyek sering berulang pada aspek yang dipengaruhi maupun faktor yang mempengaruhi. Seringnya terjadi keterlambatan proyek dan berulangnya kejadian ini.

Waktu (*Time*) adalah salah satu constraint dalam *Project Management* di samping biaya (*Cost*), dan kualitas (*Quality*). Keterlambatan proyek akan berdampak pada aspek lain dalam proyek. Sebagai contoh, meningkatnya biaya untuk mempercepat pekerjaan dan bertambahnya biaya *overhead* proyek. Dampak lain yang juga sering terjadi adalah penurunan kualitas karena pekerjaan terpaksa dilakukan lebih cepat dari yang seharusnya sehingga memungkinkan beberapa hal teknis dilanggar demi mengurangi keterlambatan proyek.

Keterlambatan proyek akan menyebabkan kerugian bagi pihak pemilik proyek yang tidak sedikit. Kehilangan *opportunity* karena proyek belum bisa menghasilkan profit sudah sering terjadi. Kejadian ini umunya menjadi sumber konflik baru bagi Penyedia Jasa dan pemilik proyek. Itu bagi pemilik swasta. Bagi proyek

pemerintah, misalnya pada proyek rumah sakit, maka kerugian akan mengarah pada kerugian non-materiil seperti tertundanya penggunaan ruang operasi yang sifatnya urgent sehingga pasien harus dirujuk ke rumah sakit lain jika tidak operasinya ditunda.

Keterlambatan proyek dapat dilihat dalam dua hal seperti yang telah disebutkan di atas yaitu aspek yang terpengaruh dan faktor yang mempengaruhi atau yang menjadi penyebab. Adapun faktor yang terpengaruh yang menyebabkan proyek terlambat adalah:

- Keterlambatan terkait material
- Keterlambatan terkait tenaga kerja
- Keterlambatan terkait peralatan
- Perencanaan yang tidak sesuai
- Lemahnya kontrol waktu proyek
- Keterlambatan Subkontraktor
- Koordinasi yang lemah
- Pengawasan yang tidak memadai
- Metode pelaksanaan yang tidak sesuai
- Kurangnya personil secara teknis
- Komunikasi yang lemah

Aspek yang terpengaruh di atas, rasanya cukup mudah untuk dipahami dan memang sering dirasakan oleh pelaku proyek. Sering terjadi keterlambatan material, tenaga kerja, peralatan, dan subkontraktor. Pada proyek dengan kerumitan atau kompleksitas tinggi, aspek yang sering terjadi adalah perencanaan yang tidak sesuai, kurangnya personil secara teknis, dan koordinasi yang lemah. Sedangkan aspek lemahnya kontrol waktu, pengawasan yang tidak memadai, dan komunikasi yang lemah umumnya terjadi pada proyek yang menghadapi masalah-masalah internal tim proyek itu sendiri. Penjelasan di atas adalah pendekatan pengalaman. Tentu harus dikaji lebih teliti.

Suatu penelitian yang dilakukan M.Z. Abd. Majid dan Ronald Mc.Caffer (1997) membuat korelasi antara faktor yang mempengaruhi aspek-aspek dalam hal

schedule pelaksanaan proyek. Sebagai contoh adalah keterlambatan terkait material dipengaruhi oleh faktor-faktor pengiriman terlambat / mobilisasi yang lambat, supplier / subkontraktor yang tidak handal, material rusak, perencanaan yang kurang, kualitas yang jelek, kurangnya monitor dan kendali, dan komunikasi yang tidak efisien.

Lebih lanjut pada penelitian tersebut, dilakukan analisis mengenai faktor yang berkontribusi pada keterlambatan proyek yang dikaji dari penelitian sebelumnya. Hasilnya diperoleh suatu peringkat 25 faktor yang paling berkontribusi atau paling mempengaruhi keterlambatan proyek. Lihat tabel berikut ini:

Tabel 2.1 Review Penelitian Penyebab Keterlambatan Proyek
(Sumber Abd. Majid M.Z. and Ronald Mc Caffer. 1997)

Factor	Aggregate rating based on previous studies (day)	Ranking
Late delivery or slow mobilization	8	1
Damaged materials	22	2
Poor planning	27	3
Equipment breakdown	31	4
Improper equipment	34	5
Unreliable supplier / subcontractor	34	6
Inadequate fund allocation	35	7
Poor quality	36	8

Tabel 2.1 Review Penelitian Penyebab Keterlambatan Proyek
(Sumber Abd. Majid M.Z. and Ronald Mc Caffer. 1997)

Absenteeism	44	9
Lack of facilities	44	10
Inappropriate practices/procedures	46	11
Lack of experience	47	12
Attitude	47	13
Poor monitoring and control	48	14
Strike	48	15
Shortages of personnel	53	16
Delay payment to supplier/subcontractor	53	17
Inefficient communication	57	18
Wrong method statement	59	19
Unavailability of proper resources	59	20
Deficient contract	61	21
Interference with other trades	62	22
Too many responsibility	63	23
Subcontractor bankruptcy	64	24
Low morale / motivation	66	25

Pada tabel 2.1 diperoleh dari review penelitian yang melibatkan 900 organisasi proyek baik di negara maju maupun negara berkembang. Agak menarik bahwa tidak ada perbedaan faktor yang signifikan yang menyebabkan keterlambatan

proyek pada negara maju maupun negara berkembang. Artinya faktor-faktor di atas dapat dijadikan acuan dalam menelusuri faktor keterlambatan proyek.

Menurut Levis dan Atherley (1996), mencoba mengelompokkan penyebab-penyebab keterlambatan dalam suatu proyek menjadi tiga bagian, yaitu:

- a. *Excusable Non-Compensable Delays*, penyebab keterlambatan yang paling sering mempengaruhi waktu pelaksanaan proyek pada keterlambatan tipe ini adalah:
 - *Act of God*, seperti gangguan alam antara lain gempa bumi, tornado, letusan gunung api, banjir, dan kebakaran
 - *Force majeure*, termasuk didalamnya adalah semua penyebab *Act of God*, kemudian perang, huru hara, demonstrasi, dan mogok kerja.
 - Cuaca, ketika cuaca menjadi tidak bersahabat dan melebihi kondisi normal maka hal ini menjadi sebuah faktor penyebab keterlambatan yang dapat dimaafkan (*Excusing Delay*).
- b. *Excusable Compensable Delays*, keterlambatan ini disebabkan oleh owner client, kontraktor berhak atas perpanjangan waktu dan claim atas keterlambatan tersebut. Penyebab keterlambatan yang termasuk dalam *excusable compensable delay* adalah:
 - Terlambatnya penyerahan secara total lokasi proyek
 - Terlambatnya pembayaran kepada pihak kontraktor
 - Kesalahan pada gambar dan spesifikasi
 - Terlambatnya pendetailan pekerjaan
 - Terlambatnya persetujuan atas gambar-gambar fabrikasi
- c. *Non-Excusable Delays*, keterlambatan ini merupakan sepenuhnya tanggung jawab dari kontraktor, karena kontraktor memperpanjang waktu pelaksanaan proyek sehingga melewati tanggal penyelesaian yang telah disepakati, yang sebenarnya penyebab keterlambatan dapat diramalkan dan dihindari oleh kontraktor. Dengan demikian pihak owner client dapat meminta *monetary damages* untuk keterlambatan tersebut. Penyebabnya antara lain:

- Kesalahan mengkoordinasikan pekerjaan, bahan serta peralatan
- Kesalahan dalam pengelolaan keuangan proyek
- Keterlambatan dalam penyerahan shop drawing/gambar kerja
- Kesalahan dalam memperkerjakan personil yang kurang cakap

Menurut Kraiem dan Dickman (1987), penyebab-penyebab keterlambatan waktu pelaksanaan proyek dapat dikategorikan dalam tiga kelompok besar, yaitu:

1. Keterlambatan yang layak mendapat ganti rugi (*compensable delay*), yakni keterlambatan yang disebabkan oleh tindakan, kelalaian atau kesalahan pemilik proyek.
2. Keterlambatan yang tidak dapat dimaafkan (*Non-Excusable Delay*), yakni keterlambatan yang disebabkan oleh tindakan, kelalaian atau kesalahan kontraktor.
3. Keterlambatan yang dapat dimaafkan (*Excusable Delay*), yakni keterlambatan yang disebabkan oleh kejadian-kejadian diluar kendali baik dari pemilik proyek maupun kontraktor.

Menurut Andi et al. (2003), ada tujuh faktor yang potensial untuk mempengaruhi waktu pelaksanaan proyek konstruksi, yaitu:

1. Tenaga Kerja (*labors*):
 - Keahlian tenaga kerja
 - Kedisiplinan tenaga kerja
 - Motivasi kerja para pekerja
 - Angka ketidakhadiran
 - Ketersediaan tenaga kerja
 - Penggantian tenaga kerja baru
 - Komunikasi antara tenaga kerja dengan badan pembimbing

2. Bahan (*material*):
 - Pengiriman bahan
 - Ketersediaan bahan
 - Kualitas bahan
3. Peralatan (*equipment*):
 - Ketersediaan peralatan
 - Kualitas peralatan
4. Karakteristik tempat (*site characteristic*):
 - Keadaan permukaan dan dibawah permukaan tanah
 - Penglihatan atau tanggapan lingkungan sekitar
 - Karakteristik fisik bangunan sekitar lokasi proyek
 - Tempat penyimpanan bahan/material
 - Akses ke lokasi proyek
 - Kebutuhan ruangan kerja
 - Lokasi proyek
5. Manajerial (*managerial*):
 - Pengawasan proyek
 - Kualitas pengontrolan pekerjaan
 - Pengalaman manajerial lapangan
 - Perhitungan keperluan material
 - Perubahan desain
 - Komunikasi antara konsultan dan kontraktor
 - Komunikasi antara kotraktor dan pemilik
 - Jadwal pengiriman material dan peralatan
 - Jadwal pekerjaan yang harus diselesaikan
 - Persiapan atau penetapan rancangan tempat

6. Keuangan (*finansial*):

- Pembayaran oleh pemilik
- Harga material

7. Faktor-faktor lainnya (*other factors*):

- Intensitas curah hujan
- Kondisi ekonomi
- Kecelakaan kerja

Menurut Assaf et al (2006), ada sembilan faktor yang menyebabkan keterlambatan pada proyek konstruksi, yaitu:

1. Rancangan (*project*):

- Durasi kontrak terlalu pendek
- Perselisihan antara various parts
- Kurang memadai definisi dari penyelesaian yang penting
- Hukuman keterlambatan yang kurang efektif
- Tipe dari kontrak konstruksi
- Tipe dari rancangan penawaran dan hadiah (negosiasi dan rendahnya penawaran)

2. Pemilik Proyek (*owner*):

- Keterlambatan pembayaran oleh *owner*
- Keterlambatan untuk menyediakan dan mengirimkan tempat untuk kontraktor oleh *owner*
- Perubahan permintaan oleh owner selama proses pembangunan
- Keterlambatan dalam merevisi dan menyetujui dokumen desain oleh *owner*
- Keterlambatan dalam menyetujui *shop drawings* dan *sample materials*
- Kurangnya komunikasi dan koordinasi oleh *owner* dan lain pihak
- Keterlambatan dalam pembuatan keputusan oleh *owner*
- Konflik antar hubungan kepemilikan rancangan

- Tidak tersedianya insentif untuk kontraktor untuk menyelesaikan jadwal
- Penangguhan kerja oleh *owner*

3. Kontraktor (*contractor*)

- Kesulitan dalam pembiayaan proyek oleh kontraktor
- Konflik sub-contractor schedule dalam pembuatan proyek
- Pengerjaan ulang karena kesalahan selama pembangunan
- Konflik antara kontraktor dengan lain pihak (*owner* dan *consultant*)
- Kurangnya manajemen dan pengawasan oleh kontraktor
- Kurangnya komunikasi dan koordinasi oleh kontraktor dengan lain pihak
- Salahnya metode konstruksi yang diimplementasikan oleh kontraktor
- Keterlambatan pekerjaan sub-contractors
- Tidak memadai pekerjaan kontraktor
- Seringnya perubahan sub-contractors karena pekerjaan yang kurang efisien
- Rendahnya keahlian staff teknik
- Keterlambatan mobilisasi

4. Konsultan (*consultant*)

- Keterlambatan dalam peninjauan oleh konsultan
- Keterlambatan dalam menyetujui perubahan besar jadwal pekerjaan
- Kekakuan konsultan
- Kurangnya komunikasi/koordinasi antara konsultan dan lain pihak
- Keterlambatan dalam meninjau dan menyetujui dokumen desain
- Konflik antara konsultan dengan design engineer
- Kurang memadainya pengalaman konsultan

5. Desain (*design*)

- Kesalahan dan perbedaan dalam dokumen desain
- Keterlambatan dalam pembuatan dokumen desain
- Kurang jelas dan kurang memadainya detail gambar
- Rancangan desain yang kompleks
- Kesalah pahaman persyaratan owner oleh design engineer
- Kurang memadainya pengalaman tim desain
- Tidak bergunanya kemajuan engineering design software

6. Bahan (*material*)

- Kurangnya material konstruksi di pasar
- Perubahan spesifikasi dan tipe material selama pembangunan
- Keterlambatan pengiriman bahan
- Terjadinya kerusakan bahan ketika dibutuhkan
- Pembelian bahan yang terlambat
- Pemilihan bahan yang terlambat
- Pemilihan bahan yang terlambat karena terdapatnya banyak tipe di pasaran

7. Peralatan (*equipment*)

- Kerusakan peralatan
- Kurangnya peralatan
- Kurangnya kemampuan operator peralatan
- Kurangnya produktifitas dan efisien dari peralatan
- Kurangnya teknologi peralatan mekanik

8. Faktor dari luar (*external*)

- Efek dari kondisi dibawah permukaan tanah (tanah, MAT)
- Keterlambatan dalam memperoleh ijin dari pemerintah
- Efek dari cuaca panas terhadap aktifitas pembangunan
- Efek dari hujan terhadap aktifitas pembangunan
- Kurang tersedianya utilitas
- Kontrol pengangkutan dan pembatasan tempat pekerja

- Kondisi tanah
- Perubahan peraturan dan hukum pemerintah
- Keterlambatan dalam penyediaan utilitas
- Keterlambatan dalam melakukan pemeriksaan/tinjauan akhir dan sertifikasi oleh pihak ketiga

Sedangkan menurut Antill (1989), bahwa keterlambatan proyek disebabkan oleh beberapa faktor yang berasal dari kontraktor, *owner* dan selain dari kedua belah pihak

1. Keterlambatan akibat kesalahan Kontraktor, antara lain:
 - Terlambatnya memulai pelaksanaan proyek
 - Pekerja dan pelaksana kurang berpengalaman
 - Terlambatnya mendatangkan peralatan
 - Mandor kurang aktif
 - Rencana kerja yang kurang baik
2. Keterlambatan akibat kesalahan *owner*, antara lain:
 - Terlambatnya angsuran pembayaran kepada kontraktor
 - Terlambatnya penyediaan lahan
 - Mengadakan perubahan pekerjaan yang besar
 - Pemilik menugaskan kontraktor lain untuk mengerjakan proyek tersebut
3. Keterlambatan yang diakibatkan selain kedua belah pihak diatas, antara lain:
 - Akibat kebakaran yang bukan kesalahan kontraktor, konsultan maupun *owner*
 - Akibat perang, gempa, banjir ataupun bencana lainnya
 - Perubahan moneter

Menurut Levis dan Atherley (1996), mencoba mengelompokkan penyebab-penyebab keterlambatan dalam suatu proyek menjadi tiga bagian, yaitu:

1. *Excusable Non-Compensable Delays*, penyebab keterlambatan yang paling sering mempengaruhi waktu pelaksanaan proyek pada keterlambatan tipe ini adalah:

- *Act of God*, seperti gangguan alam antara lain gempa bumi, tornado, letusan gunung api, banjir, dan kebakaran.
 - *Forse majeure*, termasuk didalamnya adalah semua penyebab Act of God, kemudian perang, huru hara, demonstrasi, dan mogok kerja.
 - Cuaca, ketika cuaca menjadi tidak bersahabat dan melebihi kondisi normal maka hal ini menjadi sebuah faktor penyebab keterlambatan yang dapat dimaafkan (*Excusing Delay*).
2. *Excusable Compensable Delays*, keterlambatan ini disebabkan oleh *owner client*, kontraktor berhak atas perpanjangan waktu dan *claim* atas keterlambatan tersebut. Penyebab keterlambatan yang termasuk dalam *excusable compensable delay* adalah:
- Terlambatnya penyerahan secara total lokasi proyek
 - Terlambatnya pembayaran kepada pihak kontraktor
 - Kesalahan pada gambar dan spesifikasi
 - Terlambatnya pendetailan pekerjaan
 - Terlambatnya persetujuan atas gambar-gambar fabrikasi
3. *Non-Excusable Delays*, keterlambatan ini merupakan sepenuhnya tanggung jawab dari kontraktor, karena kontraktor memperpanjang waktu pelaksanaan proyek sehingga melewati tanggal penyelesaian yang telah disepakati, yang sebenarnya penyebab keterlambatan dapat diramalkan dan dihindari oleh kontraktor. Dengan demikian pihak *owner client* dapat meminta *monetary damages* untuk keterlambatan tersebut. Penyebabnya antara lain:
- Kesalahan mengkoordinasikan pekerjaan, bahan serta peralatan
 - Kesalahan dalam pengelolaan keuangan proyek
 - Keterlambatan dalam penyerahan shop drawing/gambar kerja
 - Kesalahan dalam memperkerjakan personil yang kurang cakap

Menurut Donal S Barie (1984), keterlambatan disebabkan oleh pihak-pihak berbeda, yaitu:

1. Pemilik atau wakilnya (*delay caused by owner or hi agent*)

Bila pemilik atau wakilnya menyebabkan suatu keterlambatan, misalkan karena terlambat pemberian gambar kerja atau keterlambatan dalam

memberikan persetujuan terhadap gambar, maka umumnya kontraktor akan diperkenankan untuk mendapatkan tuntutan yang sah untuk mendapatkan kompensasi ekstranya

2. Keterlambatan yang disebabkan oleh kontraktor (*contractor caused delay*)
Keterlambatan semacam ini umumnya akan berakibat tidak diberikannya perpanjangan waktu dan tidak ada pemberian suatu kompensasi tambahan. Sesungguhnya pada situasi yang ekstrim maka hal-hal ini akan menyebabkan terputusnya ikatan kontrak.
3. Keterlambatan oleh pihak ketiga yang diperkenankan (*excusable thirdparty delay*)

Sering terjadi keterlambatan yang disebabkan oleh kekuatan yang berbeda diluar jangkauan pengendalian pihak pemilik atau kontraktor. Contohnya yang tidak dipersoalkan lagi diantaranya adalah kebakaran, banjir, gempa bumi dan hal yang lain disebut sebagai “tindakan Tuhan Yang Maha Kuasa”. Hal-hal lainnya yang sering kali menjadi masalah perselisihan meliputi pemogokan, embargo untuk pengangkutan, kecelakaan dan keterlambatan dalam menyerahkan yang bisa dimengerti. Termasuk pula yang tidak dimasukkan dalam kondisi yang telah ada pada saat penawaran dilakukan dan keadaan cuaca buruk. Dalam hal ini dapat disetujui, tipe keterlambatan dari tipe-tipe ini umumnya menghasilkan perpanjangan waktu namun tidak disertai dengan kompensasi tambahan.

2.4 Fault Tree Analysis

Menurut Rosyid (2007), Fault Tree Analysis adalah sebuah metode untuk mengidentifikasi semua sebab yang mungkin (kegagalan komponen atau kejadian kegagalan lainnya yang terjadi sendiri atau bersama-sama) menyebabkan kegagalan sistem dan memberi pijakan perhitungan peluang kejadian kegagalan tersebut.

Sedangkan menurut Kocecioglu (1991), FTA merupakan suatu analisis pohon kesalahan secara sederhana yang dapat diuraikan sebagai suatu teknik analitis. Pohon kesalahan adalah suatu model grafis yang menyangkut berbagai paralel dan berbagai kombinasi percontohan kesalahan-kesalahan yang akan mengakibatkan

kejadian dari peristiwa tidak diinginkan yang sudah didefinisi sebelumnya atau juga dapat diartikan merupakan gambaran hubungan timbal balik yang logis dari peristiwa-peristiwa dasar yang mendorong kearah peristiwa yang tidak diinginkan menjadi peristiwa puncak dari pohon kesalahan tersebut. Analisa fault tree memiliki nilai penting dalam penyelesaian sebagai berikut (Kocecioğlu, 1991):

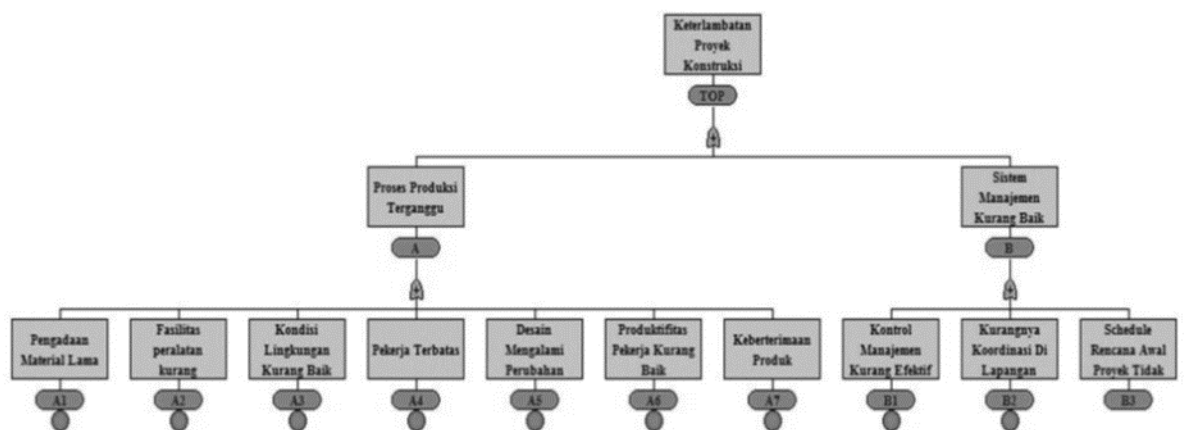
1. Menganalisa kegagalan sistem.
2. Mencari aspek-aspek dari sistem yang terlibat dalam kegagalan utama.
3. Membantu pihak manajemen mengetahui perubahan dalam sistem.
4. Membantu mengalokasikan penganalisa untuk berkonsentrasi pada bagian kegagalan dalam sistem.
5. Membantu memberikan pilihan kualitatif, yang sama baiknya dengan kuantitatif, pada analisa sistem keandalan.
6. Membantu penganalisa menggunakan pengetahuannya untuk masuk dalam perilaku sistem.

Menurut Brown (1976), ada beberapa definisi dasar yang harus diketahui dalam pembahasan *fault tree analysis*, diantaranya adalah:

1. Event adalah sesuatu yang terjadi dalam sistem. Mempunyai dua modus, yaitu terjadi atau tidak.
2. Fault event adalah sebuah event dimana satu dari dua modusnya adalah kejadian yang tidak normal, sehingga mengakibatkan kegagalan atau kesalahan.
3. Normal event adalah sebuah event yang kedua modusnya diharapkan dan cenderung terjadi pada waktu tertentu.
4. Basic event adalah sebuah event yang kedua modusnya diharapkan dan cenderung terjadi pada waktu tertentu.
5. Event primer adalah sebuah event yang disebabkan oleh sifat di dalam komponen itu sendiri.
6. Event sekunder adalah event yang disebabkan oleh sumber dari luar.
7. Head event adalah event pada puncak fault tree yang dianalisa, mengakibatkan terjadinya kegagalan.

Jadi secara umum metode fault tree analysis adalah sebuah metode menyelesaikan kasus apabila terjadi sesuatu kegagalan atau hal yang tidak diinginkan dengan mencari akar-akar permasalahan Basic Events yang muncul dan diuraikan dari setiap indikasi kejadian puncak (Top Event)

Kekuatan FTA adalah bahwa hal itu mudah dilakukan, mudah dimengerti, memberikan sistem wawasan yang bermanfaat, dan menunjukkan semua kemungkinan penyebab masalah yang akan diselidiki.





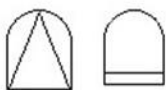




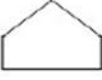


Gambar 2.8 Fault Tree Concept (Sumber : kurniawan 2015)

Struktur *Fault Tree* seperti pada gambar 2.1 yang telah dilengkapi dapat digunakan untuk menentukan signifikansi dari kesalahan peristiwa dan kemungkinan mereka terjadinya. validitas tindakan yang dilakukan untuk menghilangkan atau mengontrol kesalahan peristiwa dapat ditingkatkan dalakeadaan tertentu dengan mengukur Fault Tree dan melakukan evaluasi numerik.

2.5.1 Simbol – simbol *fault tree*

Dalam pembuatan diagram fault tree juga terdapat berbagai simbol untuk merangkai akar permasalahan tabel 2.2 dibawah ini menjelaskan mengenai simbol-simbol yang biasa digunakan dalam penyusunan diagram *fault tree*

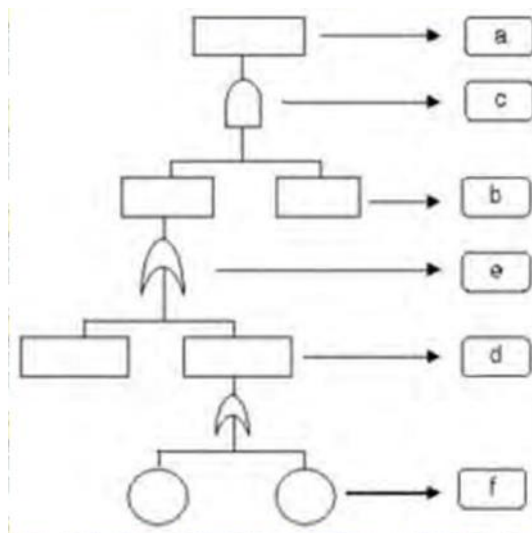
Tabel 2.2 simbol – simbol *fault tree* (sumber : Foster, 2004)

Simbol	Nama	Deskripsi
	<i>Description box</i>	Deskripsi dari sebuah <i>output</i> dari <i>logic symbol</i> atau sebuah kejadian.
	<i>And-gate</i>	<i>Booelan logic gate</i> - kejadian dapat terjadi bila seluruh kondisi yang lebih rendah berikutnya adalah benar
	<i>Priority And-gate</i>	<i>Booelan logic gate</i> - kejadian dapat terjadi bila semua kondisi yang lebih rendah berikutnya terjadi dalam urutan yang spesifik (urutan berikutnya biasanya diwakili oleh sebuah peristiwa bersyarat.
	<i>Or-gate</i>	<i>Booelan logic gate</i> - kejadian dapat terjadi bila ada salah satu atau lebih rendah berikutnya adalah benar
	<i>Inhibit</i> (menghalangi)	Output kesalahan terjadi jika kesalahan input (tunggal) terjadi di hadapan kejadian bersyarat yang memungkinkan.
	<i>Transfer</i>	Mengindikasikan adanya transfer informasi
	<i>Basic Event</i>	Kejadian yang bersifat internal ke sistem analisis, tidak memerlukan pengembangan lebih lanjut.
	<i>House</i>	Kejadian yang eksternal ke sistem analisis, akan terjadi atau tidak terjadi ($P_f=1$ or $P_f=0$)
	<i>Undeveloped Event</i>	Kejadian yang tidak dikembangkan lebih lanjut karena memiliki dampak kecil pada top level event atau karena rincian yang diperlukan untuk mengembangkan kejadian selanjutnya tidak tersedia
	<i>Conditional Event</i>	Sebuah kondisi yang diperlukan modus kegagalan untuk terjadi.

2.5.2 Langkah – Langkah Pengerjaan FTA

Langkah-langkah dalam penerapan FTA (Fault Tree Analysis) ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi masalah yang akan dianalisa (problem definition).
Penentuan masalah digunakan untuk mencari top event (peristiwa puncak), situasi atau keadaan penuh resiko yang teridentifikasi secara spesifik yang didapatkan potensi kawasan tersebut. Adapun syaratnya adalah:
 1. Pada FTA masalah adalah particular accidents atau main system failure yang digambarkan sebagai top event.
 2. Top event jangan terlalu umum.
 3. Top event jangan terlalu sempit
 4. Top event harus spesifik untuk masalah yang akan dianalisa, sebisa mungkin mengandung 3W, yaitu what, where, dan when
2. Membuat gambar konstruksi *fault tree*



Gambar 2.9 Langkah Pembuatan *Fault Tree Analysis*

Penggambaran FTA dimaksudkan untuk mengetahui hubungan yang logis antara basic event dan top event yang telah ditentukan sebelumnya. Cara pembuatan FTA dimulai dari top event, kemudian ke event berikutnya

sampai akhirnya ke basic event. Langkah-langkah pembuatan FTA adalah sebagai berikut:

1. Menetapkan kejadian puncak (*top event* yang telah ditentukan sebelumnya.
 2. Menentukan *intermediate event* tingkat pertama terhadap kejadian puncak.
 3. Menentukan hubungan *intermediate event* tingkat pertama terhadap kejadian puncak.
 4. Menentukan hubungan *intermediate event* tingkat pertama ke *top event* dengan menggunakan gerbang logika (*logic gate*).
 5. Menentukan hubungan *intermediate event* tingkat kedua ke *intermediate event* tingkat pertama dengan menggunakan gerbang logika.
 6. Melanjutkannya sampai ke *basic event*
3. Menentukan *Minimal Cut Set*

Sebuah fault tree memiliki kombinasi dari fault event yang mengarah pada critical failure system. Kombinasi dari berbagai fault event tersebut disebut dengan cut set. Menurut Clemens (2002), cut set adalah kombinasi pembentuk pohon kesalahan yang mana bila semua terjadi akan menyebabkan peristiwa puncak terjadi. Cut set digunakan untuk mengevaluasi diagram pohon kesalahan dan diperoleh dengan menggambarkan garis melalui blok dalam sistem untuk menunjukkan jumlah minimum blok gagal yang menyebabkan seluruh sistem gagal. Namun bukan kombinasi peristiwa terkecil yang menyebabkan peristiwa puncak. Untuk mengetahuinya diperlukan minimal cut set. Minimal cut set ini adalah kombinasi peristiwa paling kecil dan membawa peristiwa yang tidak diinginkan (Billinton et al, 1992). Jika satu dari peristiwa-peristiwa dalam minimal cut set tidak terjadi, maka peristiwa puncak atau peristiwa yang tidak/diinginkan tidak akan terjadi. Dengan kata lain minimal cut set merupakan akar penyebab yang paling terkecil yang

berpotensi menyebabkan kecacatan (peristiwa puncak). Adapun langkah-langkah penentuan minimal cut set adalah sebagai berikut:

- a. Memodifikasi FTA menjadi AND dan OR *gate* saja.
- b. Namai masing-masing *gate* dengan huruf *letter*.
- c. Namai masing-masing *basic event* dengan angka (bila muncul 2 kali beri nomor yang sama).
- d. Penentuan *cut set* (hilangkan duplikat dan superset).
- e. Penentuan minimal *cut set*.
- f. Menentukan probabilitas dengan menggunakan metode *series and parallel system reliability*

Evaluasi kualitatif dari sebuah fault tree dapat dilakukan berdasarkan minimal cut set. Kekritisan dari sebuah cut set jelas tergantung pada jumlah basic event di dalam cut set (orde dari cut set). Sebuah cut set dengan orde satu umumnya lebih kritis daripada sebuah cut set dengan orde dua atau lebih. Jika sebuah fault tree memiliki cut set dengan orde satu, maka top event akan terjadi sesaat setelah basic event yang bersangkutan terjadi. Jika sebuah cut set memiliki dua basic event, kedua event ini harus terjadi secara serentak agar top event dapat terjadi

Evaluasi kuantitatif *fault tree* yang dilakukan dengan menggunakan pendekatan perhitungan langsung (*direct numerical approach*) yang bersifat *bottom-up approach*. Pendekatan numerik ini berawal dari level hirarki yang paling rendah dan mengkombinasikan semua probabilitas dari *event* yang ada pada level ini dengan menggunakan *logic gate* yang tepat dimana *event-event* ini dikaitkan. Kombinasi probabilitas ini akan memberikan nilai probabilitas dari *intermediate event* pada level hirarki di atasnya sampai *top event* dicapai.

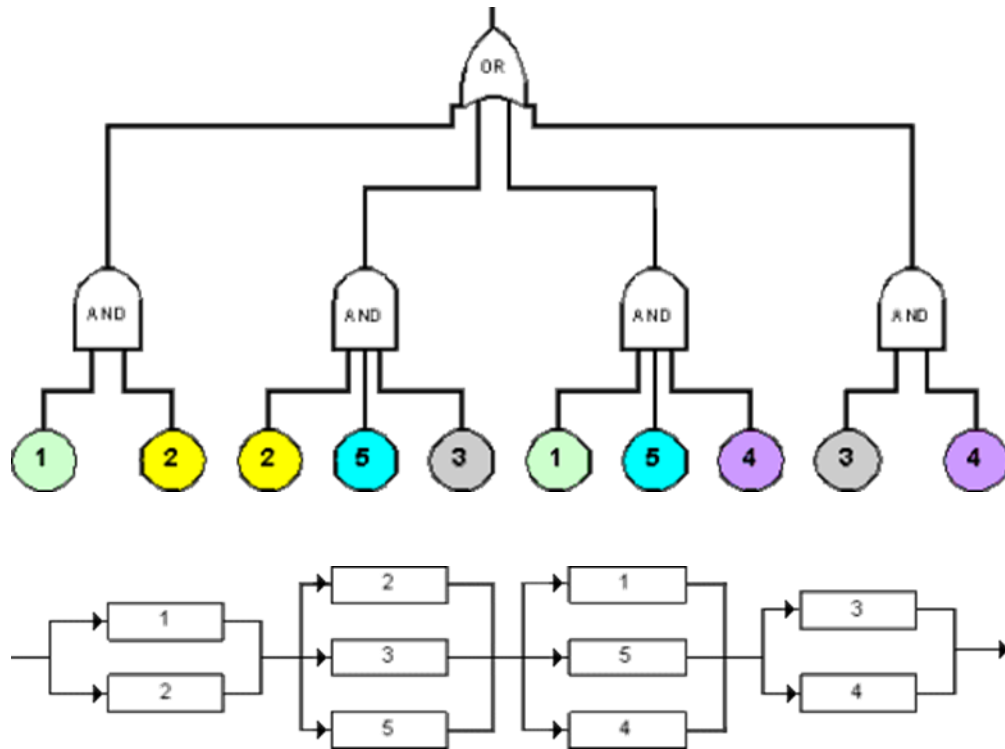
5. *Series and parallel system reliability*

Untuk mengevaluasi keandalan dari suatu komponen atau sistem yang pertama kali harus dilakukan adalah dengan memodelkan komponen atau sistem tersebut kedalam diagram blok keandalan (*reliability block diagram*). Dari diagram blok keandalan ini kemudian dihitung keandalan dari komponen atau sistem yang bersangkutan. Hal ini sangat mungkin dilakukan untuk sistem yang sederhana. Untuk sistem yang lebih kompleks, evaluasi keandalan dapat dilakukan dengan memakai teknik lain seperti pendekatan probabilitas kondisional (*conditional probabilistic approach*), himpunan pemotong (*cut set*), himpunan pengumpul (*tie set*) dan pendekatan-pendekatan probabilistik lain.

Dalam mengevaluasi keandalan dari sistem, indeks keandalan dari masing-masing komponen yang ada didalam sistem yang akan dievaluasi dapat diekspresikan dengan nilai yang konstan untuk didurasi waktu tertentu. Cara mengevaluasi keandalan sistem seperti ini dikategorikan sebagai evaluasi model keandalan statis.

Evaluasi keandalan dari suatu sistem dengan memakai model statis biasanya dilakukan pada analisa pendahuluan untuk mendesain suatu sistem. Model stastis dipakai untuk mengevaluasi berbagai kemungkinan desain dan dipakai untuk menentukan level keandalan yang diperlukan baik untuk subsistem dan komponen yang ada didalam sistem.

Untuk membuat blok diagram keandalan dari suatu sistem, antara bentuk fisik sistem dan model blok diagram keandalan dari sistem tidak harus selalu sama. Blok diagram keandalan dari sistem akan sangat tergantung dari kepiawaian sang analisis dalam memahami cara kerja suatu sistem dan menerjemahkannya kedalam blok diagram keandalan. Susunan diagram blok keandalan ini untuk sistem yang sederhana pada dasarnya terdiri dari susunan seri dan paralel atau kombinasi susunan seri dan paralel.



Gambar 2.10 konversi FTA ke RBD

a. Sistem dengan susunan seri

Sistem seri merupakan penyederhanaan dari sistem keandalan. Setiap blok diagram mewakili unit/ komponen. Diagram pada gambar merupakan sistem dengan R jumlah unit bekerja secara seri. Jika ada salah satu unit gagal, sistem gagal. Dengan kata lain, semua unit harus beroperasi secara normal untuk keberhasilan sistem. Keandalan sistem seri ini ditunjukkan pada gambar 2.11



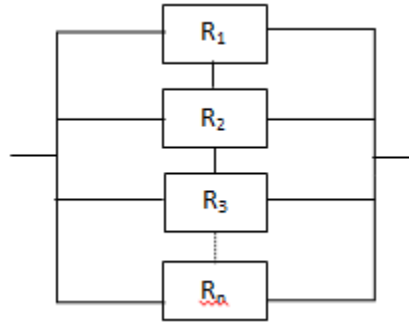
Gambar 2.11 Sistem seri

$$R_s = R_1 \times R_2 \times R_3 \times \dots R_n$$

R_s = Probabilitas semua sistem berfungsi

b. Sistem dengan susunan paralel

Sistem paralel merupakan sistem dengan unit R beroperasi secara bersamaan. Setidaknya satu unit harus beroperasi secara normal untuk keberhasilan sistem. Keandalan sistem paralel ini ditunjukkan pada gambar 2.11



Gambar 2.12 Sistem paralel

$$R_s = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - R_i)$$

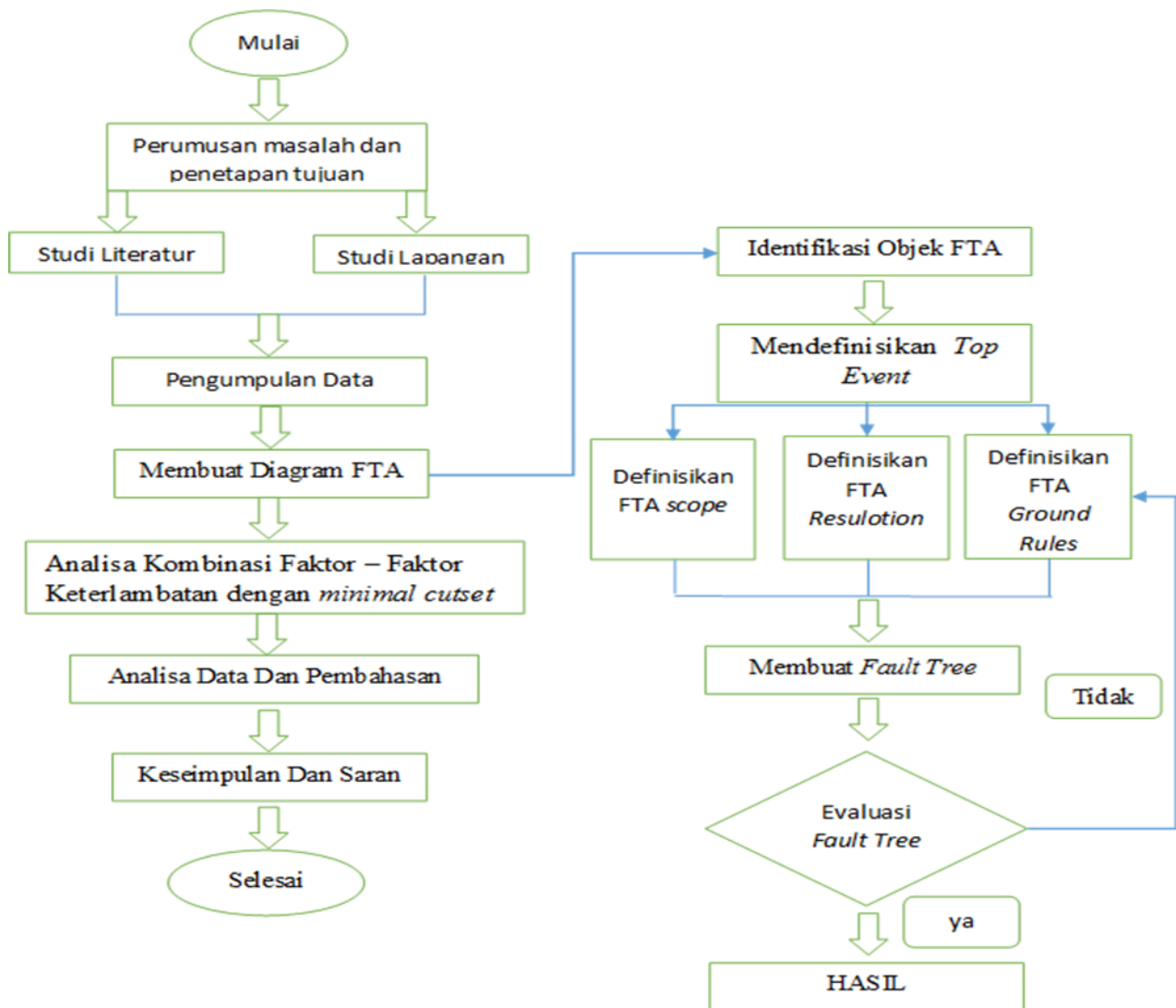
R_s = Probabilitas semua sistem berfungsi

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian

Penjelasan mengenai tugas akhir dapat dilihat pada diagram alir atau *flow chart* dibawah ini :



3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Prosedur Penelitian

Prosedur dan langkah - langkah penelitian dalam Tugas Akhir ini di jelaskan sebagai berikut :

1. Identifikasi dan Perumusan Masalah Langkah

pertama dalam sebuah penelitian yang dilakukan adalah mengidentifikasi masalah dalam topik tugas akhir. Kemudian ditetapkan tujuan penelitian agar penelitian menjadi jelas dan terarah. Selanjutnya dilakukan studi literatur dan studi lapangan untuk mencari referensi serta penelitian terdahulu yang kemudian dapat dijadikan perbandingan dalam pengerjaan penelitian ini

2. Studi Literatur dan Daftar Pustaka

Untuk membantu dalam penulisan tugs akhir ini diperlukan banyak literatur-literatur yang mendukung, yang berfungsi sebagai pengembangan wawasan dan analisa. Adapun studi literatur yang diperlukan antara lain:

- a. Studi mengenai pembangunan jacket
- b. Studi mengenai manajemen proyek dan keterlambatan proyek
- c. Studi mengenai FTA

3. Pengumpulan Data

Pada tahap ketiga ini dilakukan pengumpulan data yang diperlukan sebagai bahan untuk mendukung analisa yang dilakukan. Data yang akan diolah berkaitan dengan evaluasi kinerja proyek sebagai bahan analisis dan kondisiI terkini dari perusahaan. Data yang diperlukan antara lain:

- a. Data schedule awal pembangunan jacket
- b. Data mengenai waktu jam kerja harian di galangan
- c. Data mengenai jumlah pekerja yang terlibat.
- d. Data mengenai fasilitas produksi (mesin dan peralatan) yang dimiliki.
- e. Data kendala proyek

4. Analisa Data dan Pembahasan

Data yang telah diperoleh kemudian diidentifikasi dan di terjemahkan agar dapat diolah. Data-data tersebut kemudian dipergunakan dalam melakukan analisis *Fault Tree*

5. Membuat Konstruksi Diagram FTA

- a. Mengidentifikasi objek FTA yang ingin diteliti.
- b. Setelah mengetahui dan memahami objek FTA kemudian mendefinisikan Top Event untuk FTA.
- c. Kemudian mendefinisikan scope, resolution, ground rules dari FTA.
- d. Setelah mendefinisikannya, selanjutnya adalah menyusun struktur pohon
- e. Selanjutnya melakukan validasi terhadap fault tree yang telah dibuat, untuk meyakinkan fault tree yang telah dibuat, metode yang digunakan adalah kuesioner.
- f. Jika skema fault tree ditolak, menyusun ulang fault tree dengan koreksi yang ada, jika fault tree bias diterima maka dapat diinterpretasikan hasilnya, yaitu dengan menentukan factor utamanya.

6. Analisa Kombinasi Faktor-Faktor Keterlambatan dengan Minimal Cut Set

Setelah membuat diagram FTA dan mendapatkan faktor utama keterlambatan langkah selanjutnya adalah melakukan analisa dengan mengkombinasikan faktor-faktor keterlambatan dengan menggunakan Minimal Cut set. Dengan metode tersebut akan di dapatkan kombinasi basic event dan menghapus basic event yang sejenis, dengan demikian dapat diperoleh basic event yang lebih menegrucut lagi jumlahnya

7. Analisa Data dan pembahasan

Dari data data yang diperoleh, maka akan dilakukan analisa dan pembahasan diantaranya :

- a. Menganalisa item pekerjaan yang mengalami keterlambatan dan faktor apa saja yang mempengaruhi item pekerjaan yang mengalami keterlambatan

- b. Membuat gambar konstruksi FTA dari proyek pembangunan Jacket, lalu mencari faktor yang mempengaruhi keterlambatan

8. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap akhir penelitian dibutuhkan analisa dari pengolahan data yang telah dilakukan. Dengan adanya kesimpulan dari penelitian maka dapat disusun saran-saran yang berguna bagi peningkatan kinerja perusahaan dan bagi pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB IV

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Studi Kasus yang di ambil pada Tugas Akhir ini adalah Proyek *Engineering, Procurement, Construction, and Commissioning* (EPCC) *Well Head Platform* Madura BD milik perusahaan minyak Husky Oil (Madura) Ltd. yang dikerjakan oleh PT. PAL Indonesia. WHP ini di operasikan untuk pengembangan Ladang Minyak di lepas pantai utara Pulau Madura dengan estimasi selama 36 bulan. Proyek EPCC Madura Bidding ini merupakan proyek ke-7 dalam bidang *offshore* yang dikerjakan oleh PT. PAL Indonesia, dengan rincian kapasitas 1500 ton untuk *Topside Facility* dan 2200 ton untuk *Jacket*.



Gambar 4.1 Proyek Jacket Madura BD

Tugas akhir ini mencari faktor keterlambatan proyek pembangunan jacket structure menggunakan metode fault tree analysis (FTA) serta mengambil keputusan yang tepat agar proyek tidak terlambat dalam pembangunannya. Data yang diperoleh didapatkan melalui observasi lapangan dengan melakukan teknik wawancara dan analisis data proyek. Proyek yang diteliti merupakan proyek EPCC Madura BD Well Head Platform yang dikerjakan oleh PT. PAL Indonesia. Pekerjaan yang diteliti hanya pada proses fabrikasi jacket structure saja. Berikut data-data yang diperoleh.

Tabel 4.1 Aktivitas Utama

No.	Aktivitas	Rencana (hari)	Realisasi (hari)
1	Project Management	578	775
2	Engineering	235	278
3	Procurement	252	316
4	Fabrication & Construction	213	271
5	Hook Up & Commissioning	381	446
6	Transport/ Install/ Drilling	198	247

(sumber : PT PAL INDONESIA)

Tabel diatas menunjukkan *major activities* dari proses pembangunan proyek EPCC Madura BD WHP. Dari data tersebut diketahui bahwa seluruh aktivitas utama dalam proyek mengalami keterlambatan. Dari data yang ada pada tabel menunjukkan bahwa keterlambatan yang terjadi adalah keterlambatan saling keterkaitan, ketika salah satu aktivitas mengalami keterlambatan akan mempengaruhi aktivitas lainnya.

Tabel 4.2 Aktivitas Fabrikasi dan Konstruksi

No.	Aktivitas	Rencana (hari)	Realisasi (hari)
1	Fab. Tray and Support	4	4
2	Fab. Piping System (Assembly)	8	8
3	Fab. 5D Bend & Pipe From Riser	8	8
4	Fab Jacket Leg	40	40
5	Fab. Diagonal Bracing-Hor Framing	30	30
6	Fab. Mudmat	25	60
7	Fab. Boatlanding	20	46
8	Fab. Riser Protector	20	20
9	Fab. Riser Clamp	25	25
10	Fab. Conductor Guides	18	18
11	Fab. Padeyes	10	26

Tabel 4.2 Aktivitas Fabrikasi dan Konstruksi

12	Fab. Sea Deck el 4.750	20	30
13	Scaffolding Preparation	14	38
14	Assembly leg 1B-2B onto Craddle5	4	15
15	Assembly Diag. Bracing & Hor. Frame el -57.0	5	12
16	Assembly Diag. Bracing & Hor. Frame el -42.5	5	12
17	Assembly Diag. Bracing & Hor. Frame el -26.7	5	12
18	Assembly Diag. Bracing & Hor. Frame el -10.9	5	12
19	Assembly Hor. Frame el +4.750	5	10
20	Assembly Leg 3A onto System	4	6
21	Assembly Mudmat	4	6
22	Assembly Conductor Clamp	10	12
23	Assembly Riser Clamp	4	10
24	Assembly Anode	15	12
25	Assembly Padeyes, Sea Deck and Stairway	6	16
26	Trial Fit Boatlanding	7	7
27	Assembly Riser Protector	6	10
28	Final Coating/ Splash Zone	6	6
29	Fab. Piles	105	105

(sumber : PT PAL INDONESIA)

Tabel diatas adalah tabel perbandingan dari durasi jadwal rencana dan realisasi pada tahap fabrikasi *jacket structure*. Dimana hampir setiap aktivitas mengalami keterlambatan, belum lagi ditambah dengan kegiatan pendahulunya yang juga mengalami keterlambatan.

Berikut merupakan daftar *basic event* dari skema *fault tree* pada gambar

Tabel 4.3 Daftar Basic Event

Kode	Nama Event
A11	Detail Gambar kurang
A12	Perubahan Tata Letak
A21	Perubahan Fungsi
A22	Perubahan Material
B1	Proses Lama
B2	Vendor Tidak Sanggup
C1	Tidak Memiliki Kapabilitas
C2	Tidak Memiliki Sertifikasi
D1	Proses Assembly Saling Menunggu
D2	Material Habis
D31	Jumlah Peralatan Terbatas
D32	Produktifitas Kurang
E1	Vendor Tidak Memenuhi Kontrak
E2	Proses Terlambat
F11	Natural Hazard
F12	Cuaca Buruk
F2	Kondisi Tanah Labil
G12	Material Belum Tersedia
H1	Fungsi Pengawasan Tidak Berjalan
H2	Proses Evaluasi Tidak Berjalan
I1	Kurangnya Pengalaman
I21	Kurangnya Koordinasi di Lapangan
I22	Buruknya Komunikasi Dengan Owner

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Faktor Penyebab Keterlambatan Menggunakan FTA

A. Analisa FTA Top Event

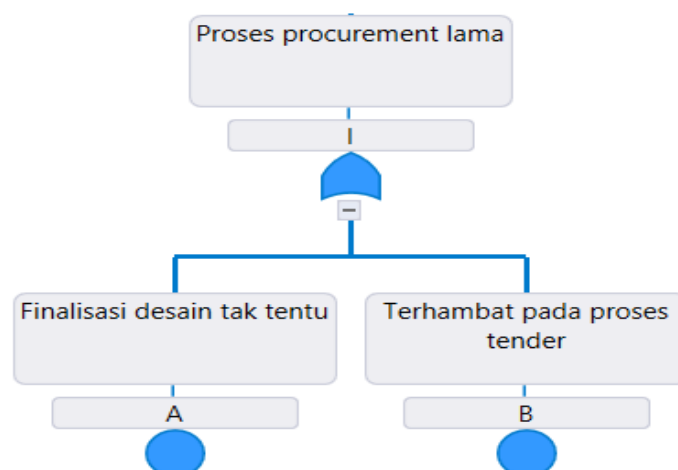
Dari data observasi lapangan menggunakan metode wawancara serta dari pengumpulan data proyek, data tersebut diidentifikasi dan dibuat menjadi skema diagram FTA, dengan langkah awal menentukan *Top Event*.



Gambar 4.2 FTA *Top event*

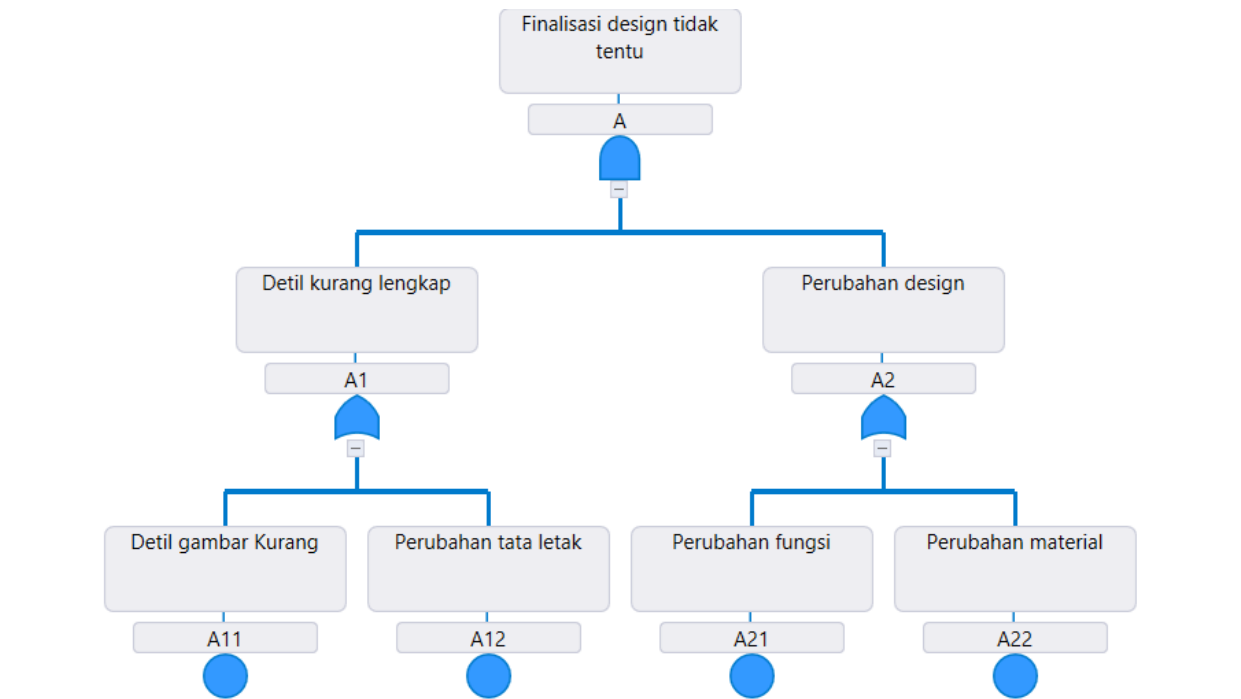
Top Event (Gambar 4.2) pada FTA ini adalah Pekerjaan Fabrikasi Jacket Struktur Madura BD dengan 3 permasalahan utama yang melatar belakangi Proses Procurement lama, Jadwal Perakitan Struktur Mundur, dan Manajemen Buruk. Selanjutnya adalah merinci dari masing-masing masalah pendahulu hingga masalah tersebut tidak ada lagi penyebabnya.

B. Analisis FTA Proses Procurement Lama



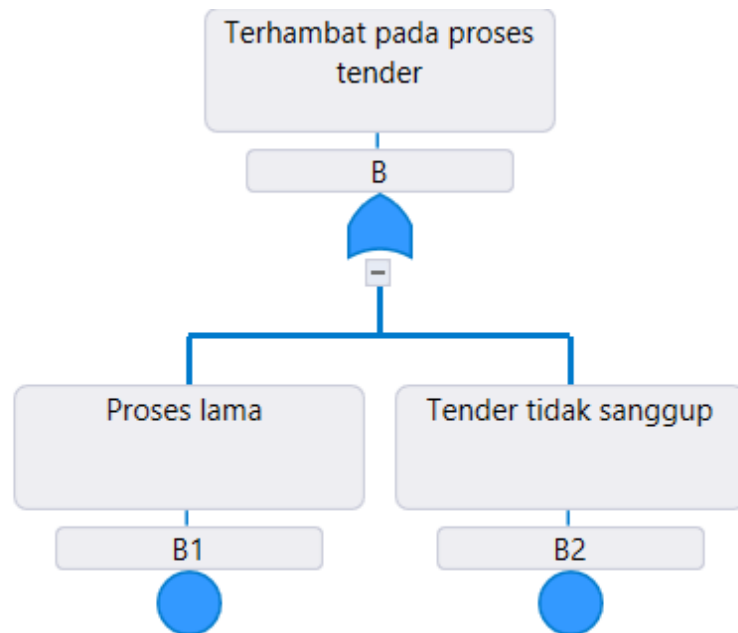
Gambar 4.3 FTA: Proses Procurement lama

Dari kejadian Proses Procurement Lama diketahui bahwa penyebabnya adalah dari finalisasi desain yang waktu penyelesaiannya tak tentu, dan terhambat pada proses tender.



Gambar 4.4 FTA: Finalisasi Desain Tak Tentu

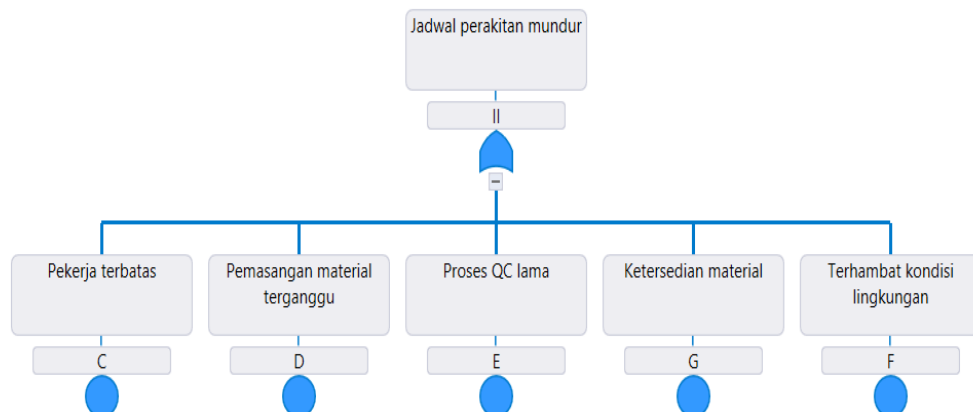
Waktu finalisasi desain yang tak tentu (Gambar 4.4) dikarenakan gambar detail pada *drawing* tak lengkap dan seringnya terjadi perubahan desain. Detail yang tak lengkap tersebut adalah detail gambar yang kurang dan tata letak yang diubah (*general arrangement*). Detail gambar kurang dapat disebabkan kesalahan pada proses design engineering dimana tidak terjadi ketelitian dalam proses shop drawing. Sedangkan perubahan tata letak bisa disebabkan karena permintaan dari pihak owner yang menginginkan perubahan, atau memang ditemukan hal-hal yang mengharuskan dirubah tata letaknya karena memang tidak bisa di realisasikan pada proses fabrikasinya.



Gambar 4.5 FTA: Terhambat Pada Proses Tender

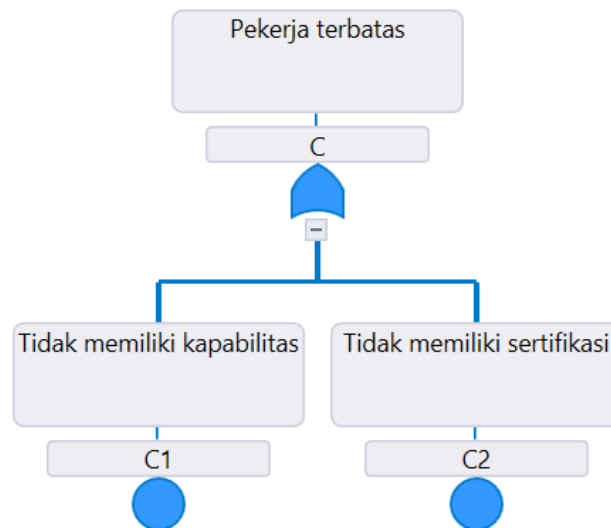
Pada proses tender terhambat (Gambar 4.5) karena proses tender sendiri memakan waktu yang lama. Proses tender memiliki prosedur dan aturan yang sangat ketat, sehingga tidak bisa dijalankan begitu saja. Selain memakan waktu yang lama, juga dari pihak sub-contractor pemenang tender tidak bisa menyanggupi target waktu yang diberikan oleh pemesan. Sehingga waktu kedatangan akhirnya mundur dan mempengaruhi jadwal pengerjaan.

C. Analisis FTA Proses Produksi Terganggu



Gambar 4.6 FTA: Jadwal Perakitan Struktur Mundur

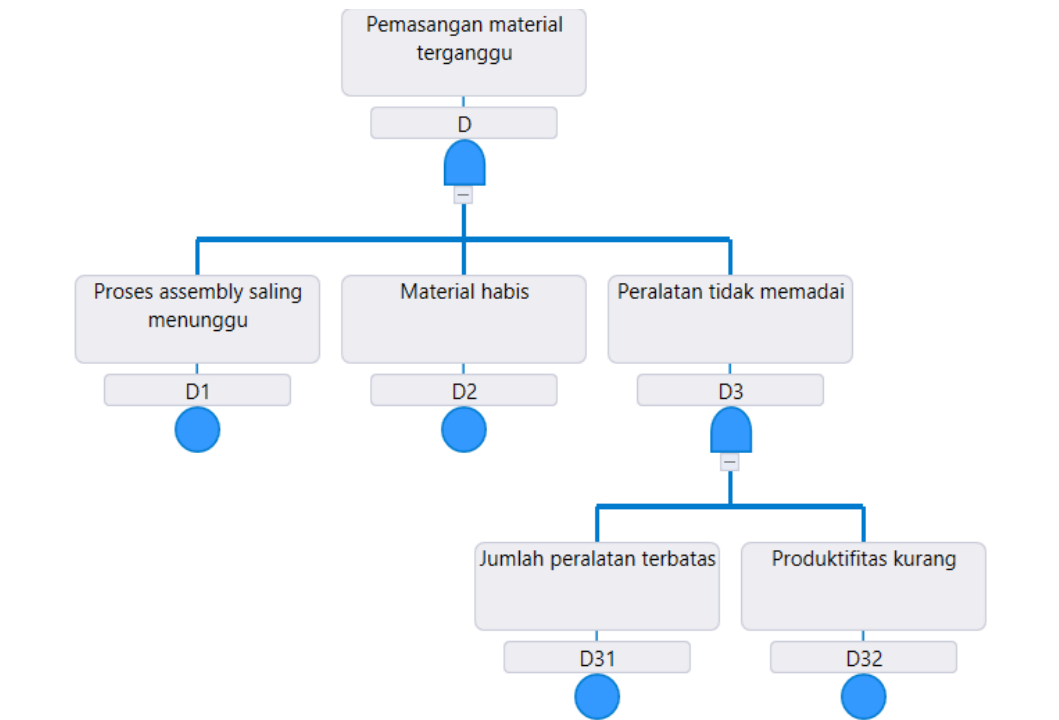
Dalam Proses Produksi Terganggu hal-hal yang menyebabkan diantaranya adalah, Jumlah Pekerja Terbatas, Jumlah Peralatan Terbatas, Proses QC Lama, Terhambat Kondisi Lingkungan, serta Ketersediaan Material Terbatas



Gambar 4.7 FTA: Pekerja Terbatas

Pekerja pada proyek ini terbatas (Gambar 4.7) karena pekerja yang bekerja pada sebuah proyek oil & gas harus memiliki kapabilitas yang baik dan telah tersertifikasi pada pekerjaan-pekerjaan tertentu, jadi tidak bisa sembarang orang dapat bekerja pada proyek ini. Hal tersebut mengakibatkan kontraktor tidak bisa merekrut dan menambah pekerja untuk mengebut suatu pekerjaan.

Pada pekerjaan tertentu, misalkan seorang welder harus memiliki sertifikasi dan pengalaman yang tinggi, karena merupakan prasyarat dari sebuah penyelenggaraan proses fabrikasi oleh Pemerintah. Maka dari itu suatu syarat wajib, pekerja yang bekerja di dalam proyek oil & gas harus memiliki kapabilitas yang baik dilihat dari pengalaman dan track record serta harus memiliki sertifikasi bidang keahlian untuk pekerjaan-pekerjaan tertentu.

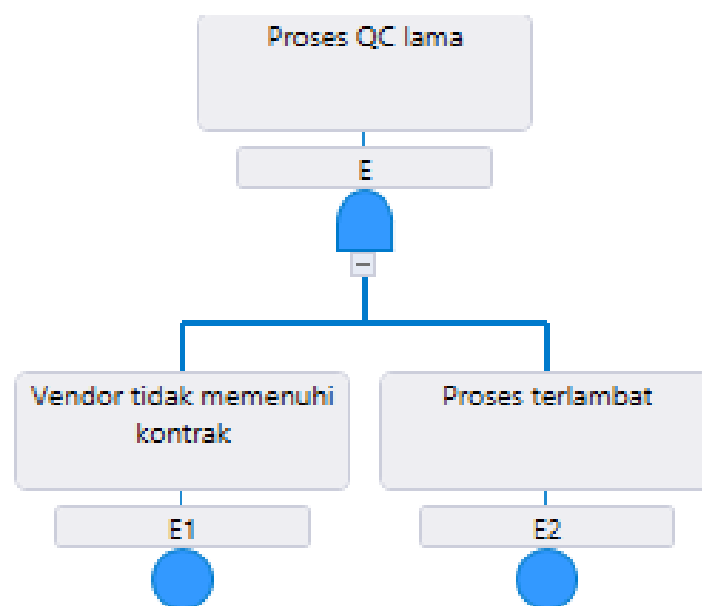


Gambar 4.8 FTA: Pemasangan Material Terganggu

Pada gambar 4.8 proses Pemasangan Material Terganggu karena proses assembly dari masing-masing bagian saling menunggu dan material habis, serta peralatan tidak memadai. Proses assembly memang saling menunggu, namun ada beberapa pekerjaan yang dapat dikerjakan secara paralel agar dapat memperpendek waktu pekerjaan. Suatu pekerjaan tidak dapat dikerjakan jika material yang dibutuhkan habis. Material Habis dapat disebabkan stok dalam gudang habis atau memang barang yang dipesan belum datang sehingga menyebabkan material habis dan pekerjaan tidak bisa dilanjutkan.

Peralatan yang tak memadai (Gambar 4.8) karena jumlah peralatan yang ada terbatas dan produktifitas dari peralatan kurang. Jumlah peralatan terbatas karena dalam setiap galangan tidak selalu memiliki peralatan yang lengkap. Umumnya peralatan yang lebih efisien untuk disewa, akan dilakukan sewa. Peralatan tersebut biasanya merupakan peralatan yang harga beli dan perawatannya mahal. Hal-hal tersebut dilakukan karena keterbatasan biaya dalam galangan tersebut dan menyesuaikan dengan kebutuhan. Dari kondisi tersebut menyebabkan jumlah peralatan menjadi terbatas.

Produktifitas peralatan kurang (Gambar 4.8) bisa terjadi salah satunya disebabkan oleh peralatan yang terbatas. Kemudian karena jumlah peralatan sejenis terbatas, sedangkan untuk pekerjaan yang membutuhkan peralatan tersebut banyak, menyebabkan`produktifitasnya berkurang. Selain itu penyebab produktifitas peralatan kurang adalah kapasitas dari peralatan yang ada kecil, misalkan crane yang tersedia di lapangan memiliki kapasitas yang kecil, sedangkan untuk mengakomodir segala kebutuhan saat fabrikasi dibutuhkan kapasitas yang lebih besar lagi.

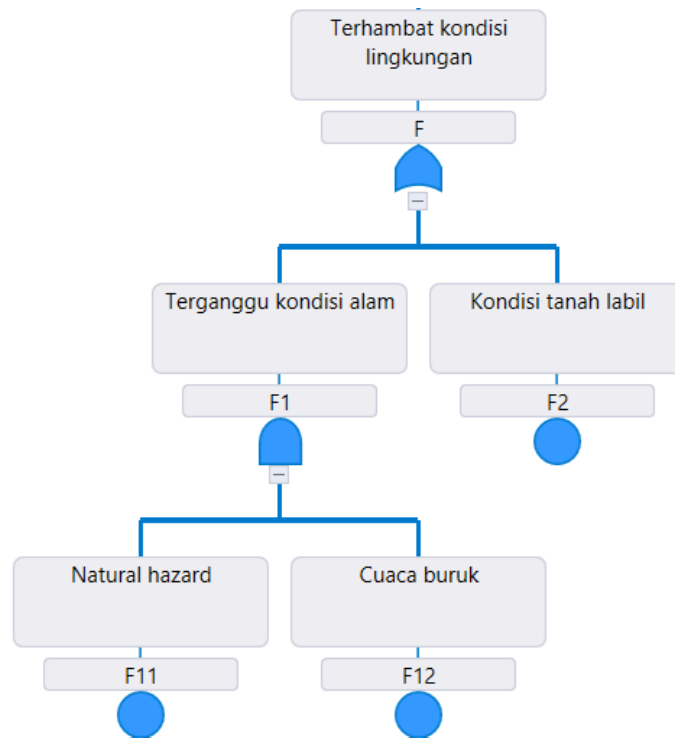


Gambar 4.9 FTA: Proses QC Lama

Proses QC Lama (Gambar 4.9) penyebabnya dua hal yaitu, Vendor Tidak Memenuhi Kontrak dan Proses Terlambat. Vendor tidak mampu memenuhi kontrak dikarenakan jadwal fabrikasi yang molor dan tidak tentu. Atau bisa juga sub-contractor tidak memenuhi perjanjian yang telah tertera dalam kontrak sehingga proses QC lama.

Kemudian pada proses terlambat (Gambar 4.9) terjadi karena proses sebelumnya sudah mengalami keterlambatan sehingga pelaksanaan QC pun mengalami keterlambatan. Proses tersebut diantaranya adalah welding, perakitan struktur dan

pengecekan material. Pada umumnya aktivitas-aktivitas pada perakitan struktur terlambat karena aktivitas-aktivitas pendahulunya juga mengalami keterlambatan. Sehingga dampak tersebut juga mempengaruhi proses QC



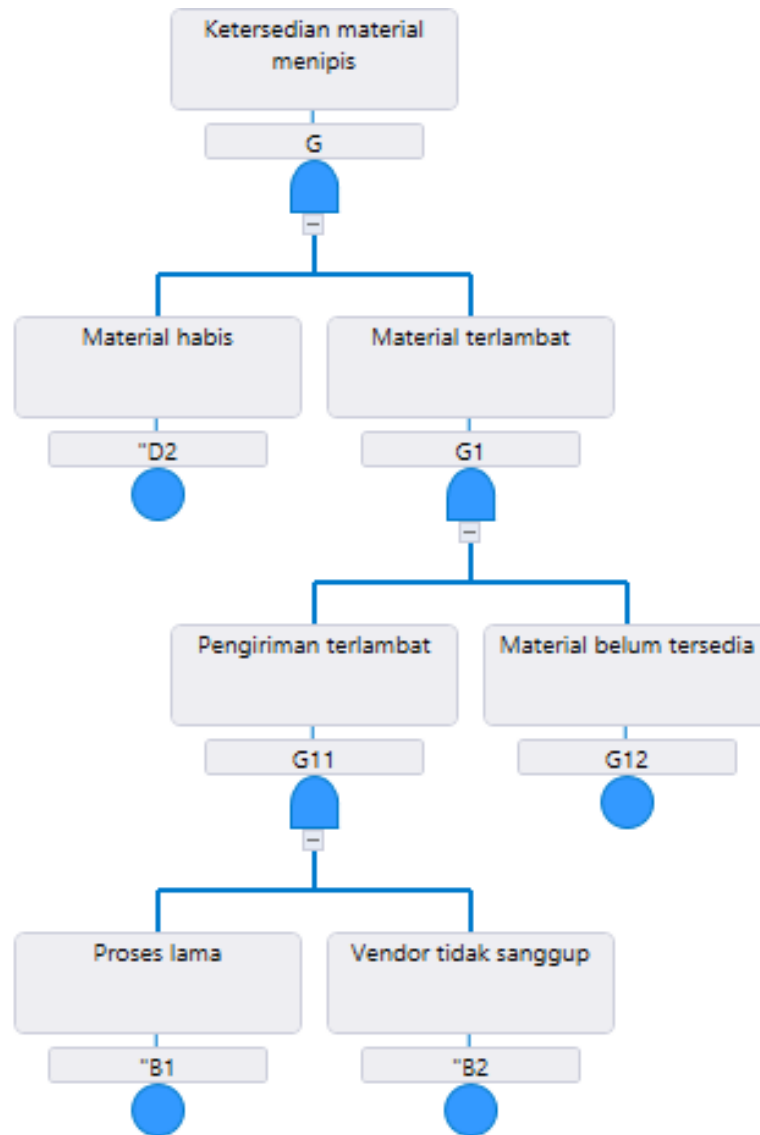
Gambar 4.10 FTA: Terhambat Kondisi Lingkungan

Faktor lain yang menyebabkan jadwal perakitan struktur mundur adalah Terhambat Kondisi Lingkungan (Gambar 4.10). Hal yang menyebabkan kondisi lingkungan terhambat adalah Kondisi Tanah Labil dan Terganggu Kondisi Alam. Untuk kondisi tanah yang labil dimana tempat dilakukan fabrikasi atau proses perakitan terjadi penurunan tanah.

Hal tersebut dikarenakan, tidak mampunya tanah menahan beban dari struktur yang ada di atasnya. Selain itu, tidak dipadatkannya dahulu tanah di lokasi perakitan juga menyebabkan penurunan tanah.

Terganggu Kondisi Alam (Gambar 4.10) disebabkan dua hal yaitu Natural Hazard dan Cuaca Buruk. Natural Hazard cukup mempengaruhi kelancaran proses fabrikasi. Jika sewaktu-waktu terjadi bencana alam, bisa saja mengganggu bahkan menghentikan proses pengerjaan proyek. Sedangkan Cuaca Buruk dapat terjadi kapan saja apalagi Indonesia berada di wilayah tropis yang memiliki 2 musim, yaitu

musim hujan dan kemarau. Umumnya di musim hujan membawa kejadian-kejadian ekstrem seperti angin kencang atau hujan deras yang menghambat proses pengerjaan perakitan struktur.



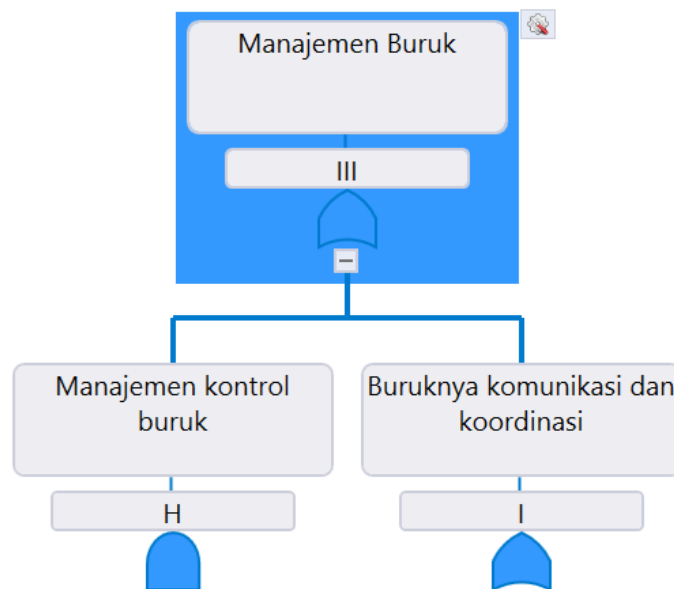
Gambar 4.11 FTA: Ketersediaan Material Menipis

Material merupakan kebutuhan utama dalam sebuah proses fabrikasi. Ada dua hal yang menyebabkan ketersediaan material menipis (Gambar 4.11), yaitu Material Habis (tidak ada stok) dan Material Terlambat. Untuk material habis telah dijelaskan sebelumnya, yaitu pada Pemasangan Material Terganggu (Gambar 4.8).

Sedangkan untuk Material Terlambat (Gambar 4.11) ada beberapa sebab yaitu Proses Pengiriman Terlambat dan Material Belum Tersedia.

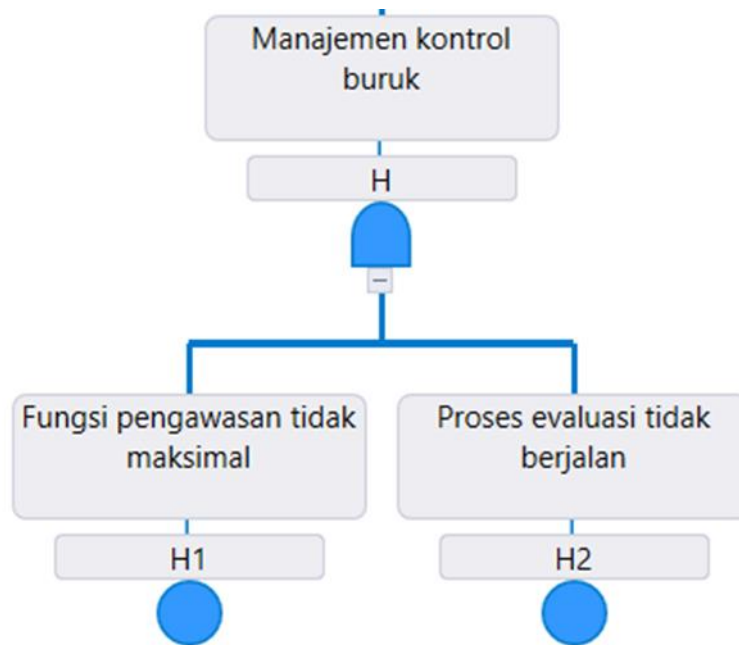
Material Belum Tersedia (Gambar 4.11) bisa diakibatkan dari pihak vendor yang memenangkan tender belum mampu untuk menyediakan material tersebut, sehingga stok barang untuk material tertentu menjadi kosong. Sedangkan untuk Pengiriman Terlambat (Gambar 4.11) dikarenakan oleh proses atau prosedur yang lama/berbelit dalam proses tender. Sehingga proses pengiriman barang pun menjadi terhambat. Kemudian Proses Terlambat juga dapat disebabkan oleh Vendor Tidak Sanggup, yaitu dimana vendor peserta tender tidak mampu memenuhi material dengan spesifikasi yang diperlukan, sehingga harus terjadi penyesuaian desain dengan material yang tersedia di pasaran

D. Analisis FTA Manajemen Buruk



Gambar 4.12 FTA: Manajemen Buruk

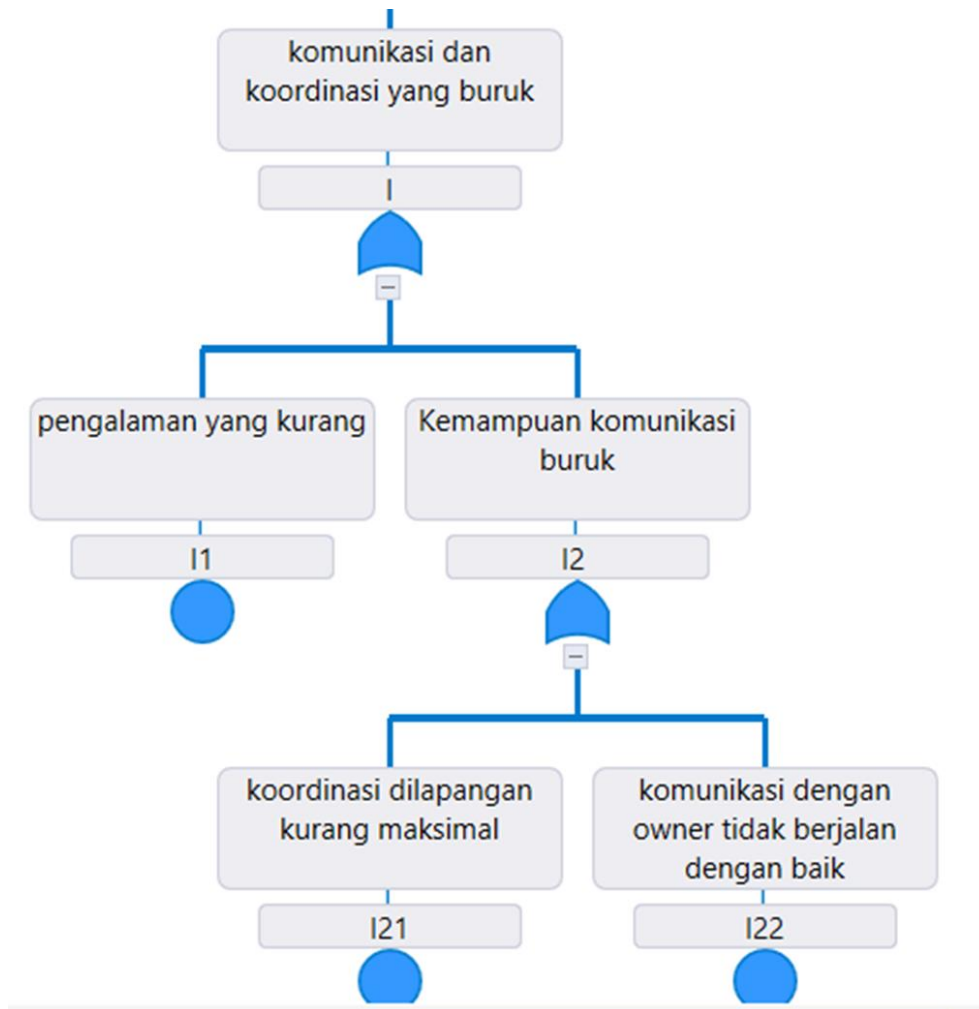
Dan penyebab terakhir dari keterlambatan proses fabrikasi jacket structure adalah Manajemen Buruk (Gambar 4.12). Manajemen yang buruk disebabkan oleh Manajemen Kontrol Buruk dan Buruknya Komunikasi dan Koordinasi.



. Gambar 4.13 FTA: Manajemen Kontrol Buruk

Pada Gambar 4.13 disebutkan penyebab dari manajemen kontrol yang buruk ada dua, yaitu Fungsi Pengawasan Tidak Maksimal dan Proses Evaluasi Tidak Berjalan. Setiap perusahaan diwajibkan memiliki SPI (Satuan Pengawas Internal) yang bertugas menjalankan fungsi pengawasan pada setiap kegiatan yang ada pada perusahaan tersebut. Sebenarnya satuan pengawasan ini sudah ada, namun tidak mampu menjalankan tugas dan fungsinya secara baik.

Pengawasan yang buruk berdampak pada Proses Evaluasi Tidak Berjalan. Dimana setiap evaluasi yang diberikan tidak dijadikan acuan kedepan, yang menjadikan hal-hal yang buruk terulang kembali. Fungsi pengawasan dan evaluasi sesungguhnya saling terkait yaitu suatu manajemen kontrol terhadap suatu sistem. Jika terdapat suatu manajemen kontrol yang buruk pada suatu sistem, maka sistem tersebut akan berjalan buruk begitu juga sebaliknya.



Gambar 4.14 FTA: Buruknya Komunikasi Dan Koordinasi

Untuk Buruknya Komunikasi dan Koordinasi (Gambar 4.14) dikarenakan oleh Kurangnya Pengalaman dan Kemampuan Komunikasi Buruk. Pengalaman menjadi salah satu faktor penting dalam kesuksesan dalam suatu pekerjaan (proyek). Kurangnya pengalaman pada tim proyek tersebut bisa menghasilkan kualitas yang buruk pada suatu proyek.

Pada Gambar 4.14 kemampuan komunikasi menjadi suatu faktor penting dalam sebuah proyek. Karena dengan kemampuan komunikasi yang buruk, informasi yang akan tersalurkan bisa saja salah dan berakibat tidak baik pada proyek. Pada Proyek ini Kemampuan Komunikasi Buruk ada dua hal yang melandasi yaitu Kurangnya Koordinasi Dilapangan dan Buruknya Komunikasi dengan Owner. Jika tidak terjadi koordinasi yang baik dilapangan

4.2.2 Minimal Cut Set

Setelah selesai penggambaran diagram FTA (*Fault Tree Analysis*), langkah selanjutnya adalah menentukan *cut set*. Untuk dapat menentukan dan menghitung *cut set*, diperlukan data probabilitas dari masing-masing *basic event*.

Metode yang digunakan adalah *expert judgement*. Koresponden yang mengisi kuesioner adalah orang berpengalaman dibudangnya seperti pada Lampiran B. Data dari *expert judgement* kemudian disesuaikan dengan *frequency index*

Tabel 4.4 Frequency Index

FI	Frekwensi	probabilitas
5	sangat pasti terjadi	0,9
4	hampir pasti terjadi	0,7
3	mungkin terjadi	0,5
2	kemungkinan kecil terjadi	0,3
1	tidak pasti terjadi	0,1

Dengan begitu didapatkan nilai probabilitas dari masing-masing *basic event* seperti disajikan di tabel 4.4

Tabel 4.5 Probabilitas *Basic Event*

Kode Event	Nama Event	Probabilitas
A11	Detail Gambar kurang	0.0037
A12	Perubahan Tata Letak	0.007
A21	Perubahan Fungsi	0.001
A22	Perubahan Material	0.0007
B1	Proses Lama	0.04

Tabel 4.5 Probabilitas *Basic Event*

B2	Vendor Tidak Sanggup	0.0007
C1	Tidak Memiliki Kapabilitas	0.0001
C2	Tidak Memiliki Sertifikasi	0.0007
D1	Proses Assembly Saling Menunggu	0.00037
D2	Material Habis	0.07
D31	Jumlah Peralatan Terbatas	0.007
D32	Produktifitas Kurang	0.0007
E1	Vendor Tidak Memenuhi Kontrak	0.07
E2	Proses Terlambat	0.0007
F11	Natural Hazard	0.0007
F12	Cuaca Buruk	0.00037
F2	Kondisi Tanah Labil	0.00037
G12	Material Belum Tersedia	0.00007
H1	Fungsi Pengawasan Tidak Berjalan	0.04
H2	Proses Evaluasi Tidak Berjalan	0.07
I1	Kurang Pengalaman	0.004
I21	Kurangnya Koordinasi di Lapangan	0.1
I22	Komunikasi Dengan Owner yang buruk	0.007

Untuk melakukan perhitungan *cut set* digunakan bantuan *software* DPL Syncopation, dimana data probabilitas ini dimasukkan di masing-masing *basic event*, kemudian dihitung pada masing-masing FTA permasalahan utama

Tabel 4.6 *Minimal Cut Set* Proses Procurement Lama

No.	Events	Probability
1	Proses Lama, vendor tidak sanggup	0,28
2	Detil gambar kurang, perubahan tata letak	0,7
3	Perubahan Fungsi, perubahan material	0,8
4	Detail kurang lengkap, perubahan design	0,56
Proses Procurement lama		0,156

Tabel 4.7 *Minimal Cut Set* Jadwal Perakitan Struktur Mundur

No.	Events	Probability
1	Proses lama, vendor tidak sanggup	0,18
2	Pengiriman terlambat, material belum tersedia	0,13
3	Material habis, material terlambat	0,14
4	Natural hazard, cuaca buruk	0,49
5	Kondisi Tanah Labil,terganggu kondisi alam	0,98
6	vendor tidak memenuhi kontrak, proses terlambat	0,36
7	Jumlah peralatan terbatas,produktifitas kurang	0,24
8	proses assmbly menunggu, material habis, peralatan tidak memadai	0,1
9	pekerja tidak memiliki kapabilitas, pekerja tidak memiliki sertifikasi	0,42
Jadwal perakitan mundur		0.0043

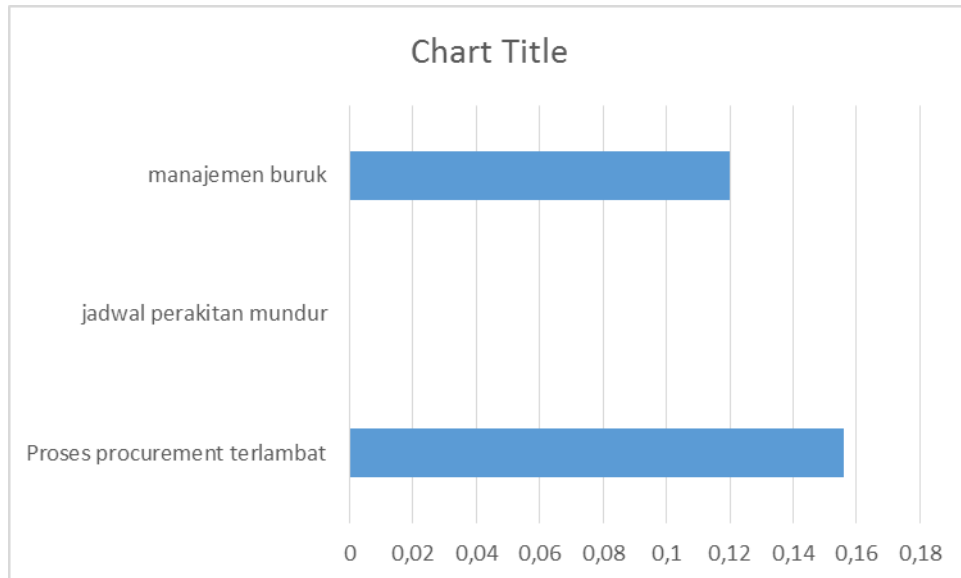
Tabel 4.8 *Minimal Cut Set* Manajemen Buruk

No.	Events	Probability
1	Kurangnya Koordinasi Dilapangan, komunikasi Dengan Owner yang buruk	0,42
2	Kurangnya Pengalaman ,kemampuan komunikasi buruk	0,21
3	Fungsi Pengawasan Tidak Maksimal,Proses Evaluasi tidak berjalan	0,639
Manajemen buruk		0,12

Pada tabel 4.5 hingga 4.7 telah diketahui masing-masing *minimal cut set* dari FTA. Untuk “Proses Procurement Lama” probabilitasnya adalah 0.156, kemudian untuk “Jadwal Perakitan Struktur Mundur” adalah 0.043, dan untuk “Manajemen Buruk” yaitu 0,12. Jadi jumlah total probabilitas minimal cut set untuk Top Event adalah:

$$R_s = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - R_i)$$

$$\begin{aligned}
 R_s &= (1-0,156) (1-0.043) (1-0,12) \\
 &= 0,383
 \end{aligned}$$



Gambar 4.15 Grafik Perbandingan Probabilitas

Dari gambar 4.15 dapat dilihat perbandingan dari tiap-tiap peluang kejadian pada masing-masing FTA. Probabilitas tertinggi terdapat pada “Manajemen Buruk” (C_{III}) dengan peluang kejadian 0.156. Kemudian di ikuti oleh “Jadwal Perakitan Struktur Mundur” (C_{II}) dengan peluang kejadian 0.043, dan terakhir “Proses Procurement Lama” (C_I) yang memiliki peluang kejadian 0,156

“Proses procurement terlambat” memiliki probabilitas tertinggi dibanding dengan lainnya, karena “Proses procurement terlambat” menjadi sumber dari sistem tersebut. “Proses procurement terlambat” merupakan penggerak dan pengendali dari sistem ini. Ketika sebuah kegagalan terjadi pada tatanan manajerial akan berpengaruh besar pada seluruh sistem. Dimana hampir seluruh kegagalan yang akan timbul pada sistem ini dipengaruhi oleh tahap persiapan

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian Tugas Akhir ini dapat ditarik beberapa kesimpulan, diantaranya

1. Faktor utama penyebab keterlambatan pada proyek EPCC Jacket Structure Madura BD ini menggunakan metode Fault Tree Analysis adalah proses procurement lama, jadwal perakitan struktur mundur, dan manajemen buruk.
2. Hasil perhitungan minimal cut set yang diperoleh dari masing-masing pokok permasalahan:
 - a) Proses procurement lama memiliki 4 minimal cut set, dengan probabilitas 0.156
 - b) Jadwal perakitan struktur mundur memiliki 9 minimal cut set, dengan probabilitas 0,043
 - c) Manajemen buruk memiliki 3 minimal cut set, dengan probabilitas 0,12

Probabilitas dari keseluruhan faktor penyebab “Perakitan Jacket Struktur Madura BD Terlambat” adalah 0.383

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian Tugas Akhir ini, berkaitan dengan faktor penyebab keterlambatan proses fabrikasi *jacket structure* Madura BD adalah:

1. Penelitian ini hanya menilai faktor keterlambatan dari pihak kontraktor saja, agar lebih merata dan lebih jelas diperlukan penilaian keterlambatan di pihak owner dan consultant.
2. Untuk kebermanfaatan dari penelitian ini, akan lebih baik dilakukan analisis dampak keterlambatannya, hingga tindak mitigasinya terhadap risiko-risiko yang terjadi.
3. Refrensi acuan menentukan probailtas tugas akhir ini akan lebih baik menggunakan metode yang lebih relevan

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

Brown, D. B., 1976, **System Analysis & Design For Safety**, Englewood Cliffs: Prentice-Hall.

Billinton, R., dan Allan R. N., 1992, **Reability Evaluation Of Engineering System Concepts and Techniques**, Plenum Prees, New York and London, Edisi 2.

Clemens, P. L. 2002, **Fault Tree Analysis**, Jacobs Sverdrup., George Washington University, Edisi 4.

Clifford F. G., dan Erik, W. L., 2007, **Manajemen Proyek: Proses Manajerial**, Andi, Yogyakarta.

Husen, A., 2009, **Manajemen Proyek: Perencanaan, Penjadwalan, & Pengendalian Proyek**, Andi, Yogyakarta.

Javadi, Mohammad,. Nobakht, Azim., dan Meskarbashee, Ali., 2011, **Fault Tree Analysis Approach in Reliability Assessment of Power System**,

International Journal of Multidisciplinary and Engineering, Vol.2 No.6.

Kocecioglu, D., 1991, **Reliability Engineering Handbook**, Englewood Cliffs: Prentice-Hall, Volume 2.

Project Management Institute, 2004, **A Guide To The Project Management Body Of Knowledge**, Pensylvania, Edisi 3.

PT. PAL Indonesia, 2012, **EPCC Of BTBJ-A Paltforms**, Surabaya.

Rosyid, D. M., 2007, **Pengantar Rekayasa Keandalan**, Airlangga University Press, Surabaya.

Santosa, B., 2009, **Manajemen Proyek: Konsep & Implementasi**. Graha Ilmu, Yogyakarta.

Shuen-Ren. Cheng., Binshan, Lin., Bi-Min, Hsu., dan Ming-Hung, Shu., **Fault Tree Analysis For Liquefied Natural Gas Terminal Emergency Shutdown System**, Elsevier.

Kraiem, Z.I. & Dickman, J.E., 1987, **Concurent Delays in Contructions Project**, Journal of Contructions Engineering and Management.

Assaf et al. (1995). **Causes of delay in large building contruction project**

Levis and Atherley (1996). **Delay construction**. Langford: Cahner Books Internasional.

Donal S. Barie (1984). **Dealy Couosed by Owner on His Agent**

Sitorus, Juanto., 2008, **Faktor-Faktor Risiko Yang Berpengaruh Terhadap Kinerja Waktu Proyek EPC Gas Di Indonesia**, Tesis S2-Teknik Sipil, Universitas Undonesia, Jakarta.

Soegiono. 2004. **Teknologi Produksi dan Perawatan Bangunan Laut**. Airlangga University Press, Surabaya.

Suroso, A., 2003, **Aspek Perancangan Platform Migas Laut Dalam (Oil Deep Sea Platform) Untuk Perairan Laut Indonesia**, Jurusan Teknik Kelautan ITS, Surabaya.

Antill, J.M. (1989), **Critical Path Method in Constuction Practice**, A Wiley Interscience Publicat

LAMPIRAN A
KUESIONER PENGUKURAN
PROBABILITAS

KUESIONER PENGUKURAN PROBABILITAS

Nama :

Jabatan Pada Proyek :

Berikut akan disajikan daftar Basic Event yang ada pada *Fault Tree*. Menurut anda bagaimana probabilitas dari masing-masing *Basic Event* pada proyek Pembangunan Jacket Structure Bukit Tua (Untuk keterangan *Basic Event* dapat dilihat di *Fault Tree*). Untuk frekuensi kejadian merujuk pada *Frequency Index* dari skala probabilitas dari 0 - 1

<i>FI</i>	<i>FREQUENCY</i>	<i>DEFINITION</i>	<i>PROBABILITY</i>
5	<i>Frequent</i>	<i>Sangat pasti Terjadi</i>	0,9
4	<i>Reasonably Probable</i>	<i>Hampir pasti terjadi</i>	0,7
3	<i>Remote</i>	<i>Mungkin terjadi</i>	0,5
2	<i>Extremely Remote</i>	<i>Kemungkinan kecil terjadi</i>	0,3
1	<i>Extremely Improbable</i>	<i>Tidak pasti terjadi</i>	0,1

Berikan tanda centang (✓) pada *Frequency Index* yang anda yakini pada tabel berikut ini:

Kode Event	Nama Event	<i>Frequency Index (FI)</i>				
		1	2	3	4	5
A11	Detail Gambar kurang					
A12	Tata Letak Berubah					
A21	Perubahan Fungsi					
A22	Perubahan Material					

B1	Proses Lama					
B2	Vendor Tidak Sanggup					
C1	Tidak Memiliki Kapabilitas					
C2	Tidak Memiliki Sertifikasi					
D1	Proses Assembly Saling Menunggu					
D2	Material Habis					
D31	Peralatan Terbatas					
D32	Produktifitas Kurang					
E22	Material Belum Tersedia					
F1	Vendor Tidak Memenuhi Kontrak					
F2	Proses Terlambat					
G11	Natural Hazard					
G12	Cuaca Buruk					
G2	Kondisi Tanah Labil					
H1	Fungsi Pengawasan Tidak Berjalan					
H2	Proses Evaluasi Tidak Berjalan					
I1	Kurangnya Pengalaman					
I21	Kurangnya Koordinasi di Lapangan					
I22	Buruknya Komunikasi Dengan Owner					

LAMPIRAN B
DATA RESPONDEN DAN HASIL KUESIONER

Data Koresponden dalam Kuesioner

No.	Jabatan	Pengalaman Kerja
1	Kepala Departemen Fabrikasi dan Konstruksi	19 tahun
2	Project Manager Bukit Tua Well Head Platform	13 tahun
3	Kepala Biro SDM dan K3LH	17 tahun

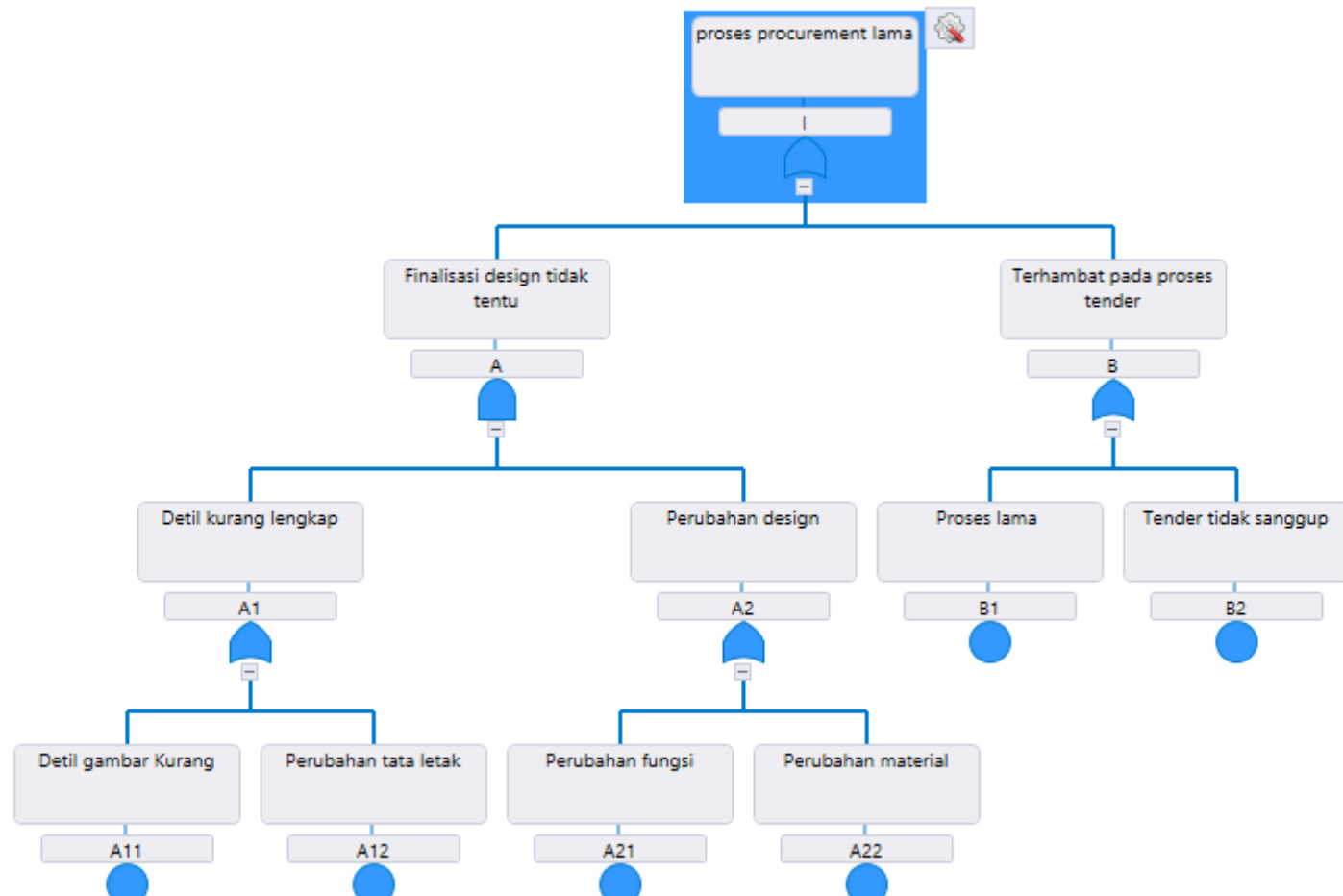
Tabel hasil kuisisioner

Kode Event	Nama Event	Hasil Kuisioner			Frekwensi			Total	Rata Rata
		I	II	III	I	II	III		
A11	Detail Gambar kurang	3	4	2	0,5	0,7	0,3	1,5	0,50
A12	Perubahan Tata Letak	3	4	4	0,5	0,7	0,7	1,9	0,63
A21	Perubahan Fungsi	3	3	3	0,5	0,5	0,5	1,5	0,50
A22	Perubahan Material	3	2	3	0,5	0,4	0,5	1,4	0,47
B1	Proses Lama	4	4	5	0,7	0,7	0,9	2,3	0,77
B2	Vendor Tidak Sanggup	3	2	3	0,5	0,3	0,5	1,3	0,43
C1	Tidak Memiliki Kapabilitas	2	2	2	0,3	0,3	0,3	0,9	0,30
C2	Tidak Memiliki Sertifikasi	3	2	3	0,5	0,3	0,5	1,3	0,43
D1	Proses Assembly Saling Menunggu	2	1	3	0,3	0,1	0,5	0,9	0,30
D2	Material Habis	5	4	5	0,9	0,7	0,9	2,5	0,83
D31	Jumlah Peralatan Terbatas	3	4	4	0,5	0,7	0,7	1,9	0,63
D32	Produktifitas Kurang	2	3	3	0,3	0,5	0,5	1,3	0,43
E1	Vendor Tidak Memenuhi Kontrak	2	3	3	0,3	0,5	0,5	1,3	0,43
E2	Proses Terlambat	2	3	3	0,3	0,5	0,5	1,3	0,43
F11	Natural Hazard	1	2	3	0,1	0,3	0,5	0,9	0,30
F12	Cuaca Buruk	1	2	3	0,1	0,3	0,5	0,9	0,30
F2	Kondisi Tanah Labil	2	1	2	0,3	0,1	0,3	0,7	0,23
G12	Material Belum Tersedia	5	4	5	0,9	0,7	0,9	2,5	0,83
H1	Fungsi Pengawasan Tidak Berjalan	4	5	4	0,7	0,9	0,7	2,3	0,77
H2	Proses Evaluasi Tidak Berjalan	5	5	4	0,9	0,9	0,7	2,5	0,83
I1	Kurangnya Pengalaman	3	4	3	0,5	0,7	0,5	1,7	0,57
I21	Kurangnya Koordinasi di Lapangan	4	5	5	0,7	0,9	0,9	2,5	0,83
I22	Buruknya Komunikasi Dengan Owner	3	4	4	0,5	0,7	0,7	1,9	0,63

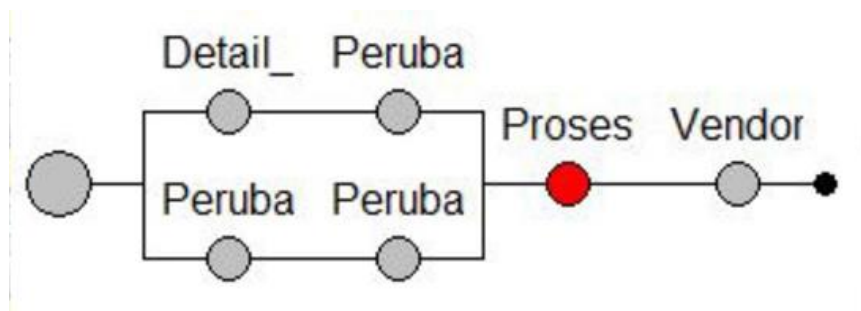
LAMPIRAN C

HASIL ANALISIS FTA DAN MINIMAL CUT SET MENGGUNAKAN SOFTWARE FTA TOP EVENT 2017

FTA “Proses Procurement Lama”



Minimal Cut Set “Proses Procurement Lama”



Select Cut Set

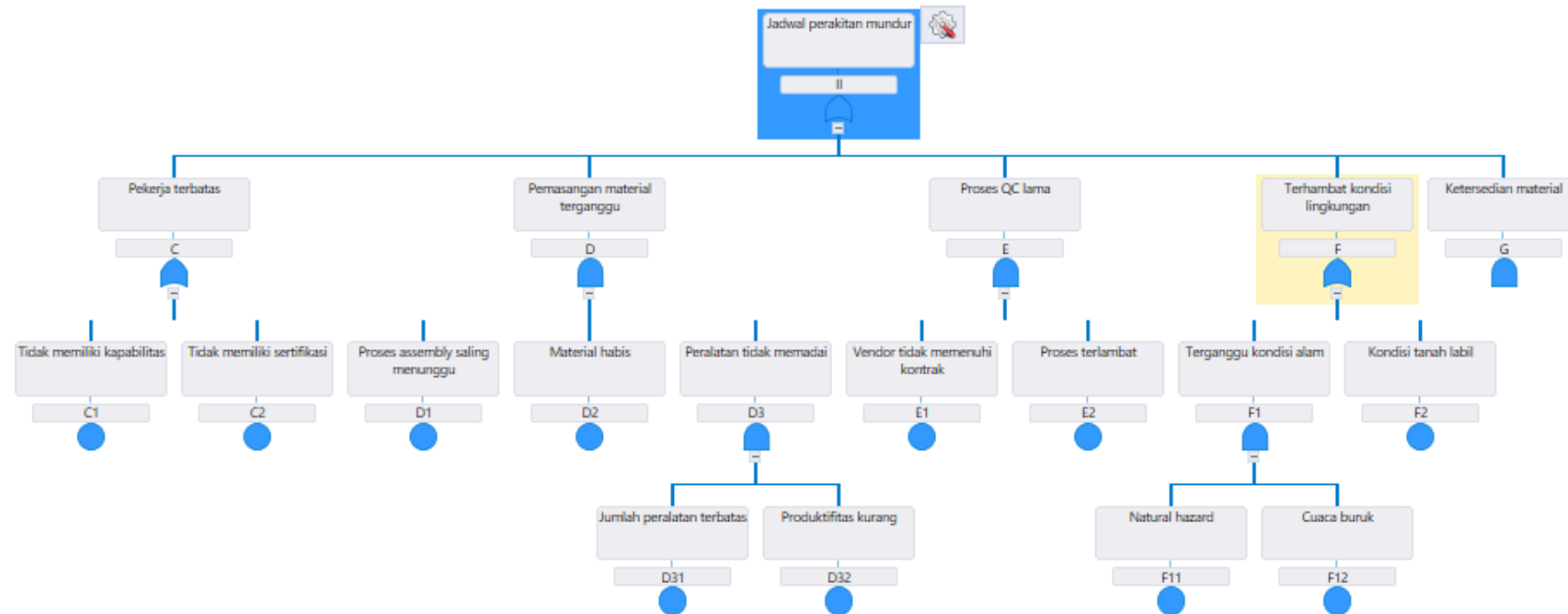
Probability	Events
0.04	Proses_Lama
0.0007	Vendor_Tidak_Sanggup
7e-006	Perubahan_Tata_Letak_Perubahan_Fungsi
4.9e-006	Perubahan_Tata_Letak_Perubahan_Material
3.7e-006	Detail_Gambar_Kurang_Perubahan_Fungsi
2.59e-006	Detail_Gambar_Kurang_Perubahan_Material

Displaying from 1 to 6

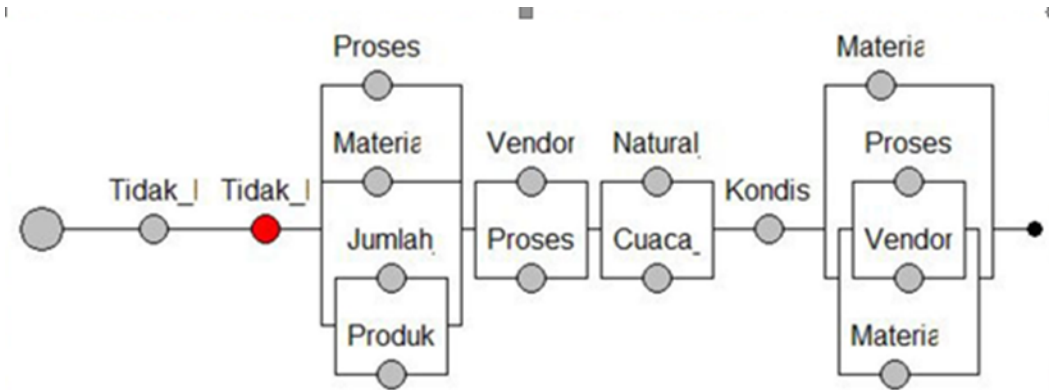
Prev Next

OK Cancel

FTA “Perakitan Struktur Mundur”



Minimal Cut Set “Perakitan Struktur Mundur”



Select Cut Set

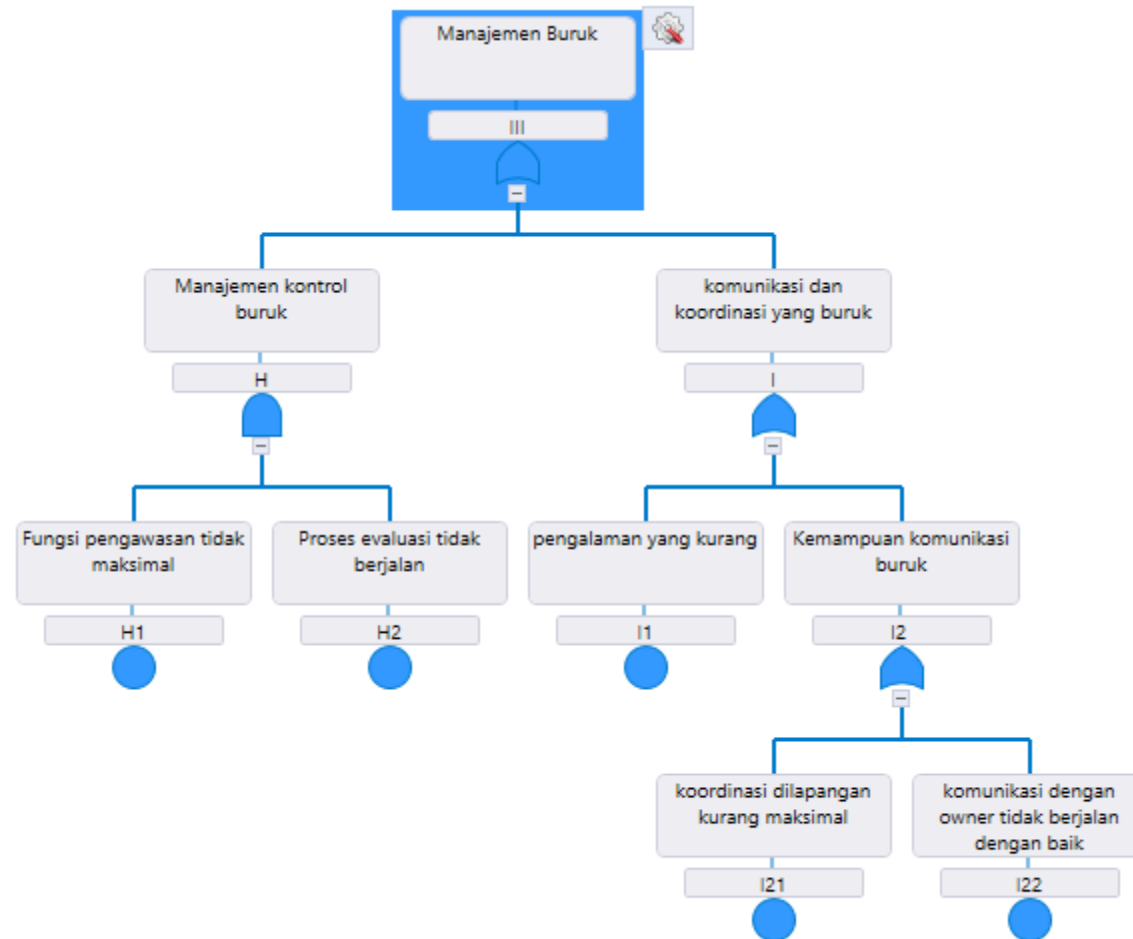
Probability	Events
0.0007	Tidak_Memiliki_Sertifikasi
0.00037	Kondisi_Tanah_Labil
0.0001	Tidak_Memiliki_Kapabilitas
4.9e-005	Vendor_Tidak_Memenuhi_Kontrak_Proses_Tertambat

Displaying from 1 to 4

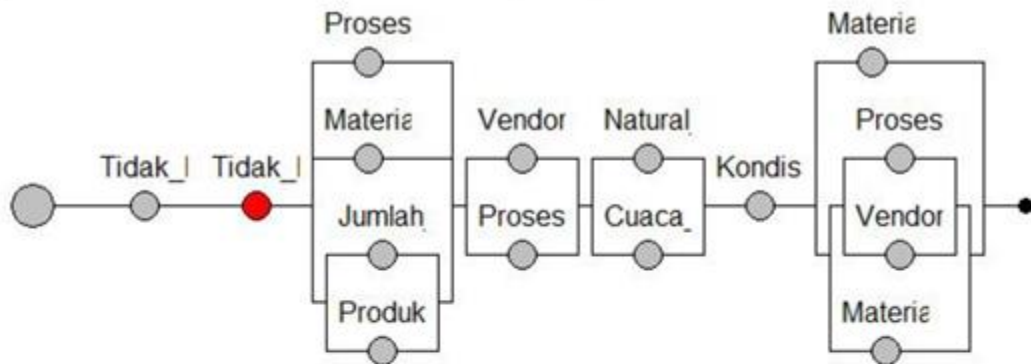
Prev Next

OK Cancel

FTA “Manajemen Buruk”



Minimal Cut Set “Manajemen Buruk”



Select Cut Set

Probability	Events
0.00007	Tidak_Memiliki_Sertifikasi
0.000037	Kondisi_Tanah_Labil
0.00001	Tidak_Memiliki_Kapabilitas
4.9e-005	Vendor_Tidak_Memenuhi_KontrakProses_Tertambat

Displaying from 1 to 4

Prev Next

OK Cancel

BIODATA PENULIS



Rangga Fitri Suryandono dilahirkan di Surabaya Jawa Timur. Pada tanggal 7 April 1992. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis menempuh pendidikan di TK Dharma wanita kota Surabaya , dilanjutkan ke sekolah pendidikan dasar di SDN Kalirungkut I kota Surabaya, Kemudian pendidikan menenga pertama di SMPK St Carolus kota Surabaya dan pendidikan menengah atas di SMAN 17 kota Surabaya.

Setelah lulus dari pendidikan menengah atas pada tahun 2010 penulis melanjutkan studinya di Departement Teknik Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan , Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, melalui jalur mandiri. Selama menjadi mahasiswa selain aktif dibidang akademis, penulis juga aktif di berbagai kegiatan intra kampus maupun aktif dalam bidang kegiatan diluar kampus. Kegiatan intra kampus yang pernah diikuti oleh penulis adalah menjadi staf Departemen SKKP Institut Teknologi Sepuluh Nopember 2011/2013. Untuk kegiatan diluar kampus penulis merupakan CO Founder dari CV AW DELTA GARCIA PRODUCTION, bidang usaha yang bergerak di bidang jasa persewaan alat pesta dan konser dan penulis merupakan pemilik dari KLORIFIL ENTERTAINMENT, usaha yang bergerak dibidang wedding organizer. Selain itu penulis memiliki pengalaman melakukan kerja praktek di 2 perusahaan yaitu PT ZEE Engineering Indonesia di Tangerang, PT PAL Indonesia di Surabaya dan mengambil Tugas Akhir di PT PAL Indonesia. Penulis mengakhiri masa perkuliahannya dengan menulis Tugas Akhir dengan bidang manajemen proyek pembangunan *Jacket Structure* dengan judul “EVALUASI KETERLAMBATAN PADA PROYEK PEMBANGUNAN *JACKET STRUCTURE* “MADURA BD” PT PAL INDONESIA “ kritik dan saran untuk kelancaran penelitian ini kedepannya dapat disampaikan melalui e-mail ranggafitri_s@yahoo.com